Universidad de Valladolid

Escuela de Doctorado Universidad de Valladolid

PROGRAMA DE DOCTORADO EN INVESTIGACIÓN TRANSDISCIPLINAR EN EDUCACIÓN

TESIS DOCTORAL:

INNOVACIÓN EN UN INSTITUTO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA A TRAVÉS DE ENTORNOS VIRTUALES Y TECNOLOGÍAS CONVERSACIONALES: UNA INVESTIGACIÓN-ACCIÓN PARA FOMENTAR LA AUTONOMÍA DEL ALUMNADO Y LA PERSONALIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LAS MATEMÁTICAS

Presentada por Mª Carmen Giraldo Pérez
para optar al grado de
Doctora por la Universidad de Valladolid

Dirigida por:
Dr. D. José María Marbán Prieto y
Dr. D. Bartolomé Rubia Avi

A mi familia por su apoyo y amor incondicional.

A mis amistades por comprender mi ausencia, el estar sin estar…y tener la cabeza en otras cosas.

A mis tutores por hacerme pensar y ver con mayor claridad.

Gracias

Índice General

Índice de abreviaturas y siglas vii

Índice de figuras x

Índice de tablas xx

Introducción 1

I. Planteamiento del problema y objetivos de investigación 5

I.1. Planteamiento del problema 5

I.1.1. Situación problemática 5

I.1.2. Delimitación del problema 11

I.1.3. Justificación 14

I.2. Objetivos de investigación 16

I.2.1. Objetivo general 16

I.2.2. Objetivos específicos 16

II. Antecedentes y marco teórico 17

II.1. Antecedentes 17

II.1.1. PISA 2022 17

II.1.2. ICILS 2023 23

II.1.3. Chatbots en educación 25

II.1.4. SELFIE 27

II.1.5. Competencia digital docente 28

II.2. Bases teóricas 30

II.2.1. Innovación educativa (IE) 30

II.2.2. Enseñanza de las matemáticas 57

II.2.3. Inteligencia artificial en educación. 83

II.2.4. Entornos virtuales 93

III. Marco metodológico 114
III.1. Tipo de investigación. 114
III.2. Nivel de investigación 115
III.3. Investigación-acción 116
III.4. Población 118
III.4.1. Entorno geográfico y socioeconómico 118
III.4.2. Características del centro educativo 119
III.5. Procedimientos e instrumentos de investigación 126
III.6. Calidad y ética en la investigación 130
III.6.1. Criterios de calidad 130
III.6.2. Consideraciones éticas de la investigación 132
IV. Primer ciclo de investigación-acción 135
IV.1. Punto de partida: Diagnóstico 135
IV.1.1. Dificultades del alumnado en matemáticas 136
IV.1.2. Hábitos de estudio y motivación 170
IV.1.3. Estilos de aprendizaje 187
IV.1.4. Matriz DAFO 205
IV.2. Fase de planificación del ciclo I 208
IV.2.1. Decisiones tras el diagnóstico 208
IV.2.2. Plan de acción 217
IV.2.3. Diseño general del ciclo I 218
IV.2.4. Formación del profesorado 221
IV.2.5. Aula virtual 224
IV.2.6. Chatbot 231
IV.2.7. Instrumentos de recogida de información 237

IV.3. Fase de acción del ciclo I....245
IV.3.1. Participantes....245
IV.3.2. Calendario de aplicación....245
IV.3.3. Implementaciones en el ciclo I....246
IV.4. Fase de observación del ciclo I....255
IV.4.1. Análisis del diario de clase de la profesora....255
IV.4.2. Análisis del portafolio de aprendizaje del alumnado....270
IV.4.3. Resultados del cuestionario SELFIE de 2019-2020....275
IV.4.4. Interacción del alumnado con el chatbot configurado en Dialogflow....295
IV.4.5. Análisis del plan de formación del profesorado....297
IV.5. Fase de reflexión del ciclo I....299
IV.5.1. Cumplimiento de los objetivos del ciclo I....299
IV.5.2. Reflexión sobre las acciones e instrumentos en el ciclo I....300
IV.5.3. Ajustes y continuidad....305
V. Segundo ciclo de investigación-acción....308
V.1 Fase de diagnóstico....308
V.1.1. Percepción docente sobre los procesos educativos en la pandemia de COVID-19....308
V.2 Fase de planificación....311
V.2.1. Decisiones tras el primer ciclo....311
V.2.2. Plan de acción....313
V.2.3. Diseño general del ciclo II....314
V.2.4. Formación del profesorado....316
V.2.5. Diseño de cuestionario SELFIE....316
V.2.6. Diseño de chatbot....318

V.3 Fase de acción 321
V.3.1. Participantes 321
V.3.2. Calendario de actuación 321
V.3.3. Implementación del plan de formación del profesorado 322
V.3.4. Implementación del cuestionario SELFIE 323
V.3.5. Configuración e implementación del chatbot 324
V.4 Fase de observación 327
V.4.1. Resultados del cuestionario SELFIE de 2021-2022 327
V.4.2. Análisis del plan de formación del profesorado 356
V.4.3. Interacción con el chatbot en el aula virtual 357
V.5 Fase de reflexión 360
V.5.1. Cumplimiento de los objetivos del ciclo II 360
V.5.2. Reflexión sobre las acciones de mejora del segundo ciclo 360
V.5.3. Ajustes y continuidad 364
VI. Tercer ciclo de investigación-acción 367
VI.1. Diagnóstico 367
VI.1.1. Planificación del diagnóstico actualizado 367
VI.1.2. Análisis del rendimiento académico en matemáticas durante 6 años 368
VI.2. Fase de planificación 390
VI.2.1. Decisiones tras el segundo ciclo y el diagnóstico actualizado 390
VI.2.2. Plan de acción 393
VI.2.3. Planificación general del tercer ciclo 394
VI.2.4. Formación del profesorado 396
VI.2.5. Diseño del cuestionario SELFIE 400
VI.2.6. Chatbot configurado en la plataforma Botpress 401

VI.2.7. Planificación de la observación en el aula 402
VI.2.8. Diseño de la prueba de evaluación 404
VI.3. Fase de acción 409
VI.3.1. Participantes 409
VI.3.2. Calendario de actuación 410
VI.3.3. Competencia digital docente 410
VI.3.4. Implementación del cuestionario SELFIE 411
VI.3.5. Implementación del chatbot 411
VI.4. Fase de observación 416
VI.4.1. Competencia digital docente 416
VI.4.2. Resultados del cuestionario SELFIE de 2023-2024 420
VI.4.3. Comparación de resultados del cuestionario SELFIE 447
VI.4.4. Interacción con el chatbot 460
VI.4.5. Resultados de la observación en el aula 484
VI.4.6. Resultados de la prueba de evaluación sobre programación lineal 487
VI.5. Fase de reflexión 489
VI.5.1. Cumplimiento de los objetivos del ciclo III 489
VI.5.2. Reflexión sobre las acciones de mejora del tercer ciclo 491
VI.5.3. Cierre del ciclo investigativo 499
VII. Conclusiones 500
VII.1. Conclusiones generales 500
VII.2. Conclusiones específicas 507
VII.3. Limitaciones y líneas futuras de investigación 511
Referencias bibliográficas 515
Anexos 556

Anexo A. Cuestionario DIMA 556

Anexo B. Cuestionario HEMA 564

Anexo C. Cuestionario CHAEA 570

Anexo D. Aula virtual para matemáticas aplicadas en 3º ESO 574

Anexo E. Diario de clase 581

Anexo F. Preguntas del cuestionario SELFIE 591

Anexo G. Interacción con ChatGPT 600

Anexo H. Registro de actividad en Moodle 628

Anexo I. Diseño de la guía de observación 630

Índice de abreviaturas y siglas

BT	Bachillerato
CD	Competencia Digital
CFIE	Centro de Formación del Profesorado e Innovación Educativa
CFPI	Centro de Formación del Profesorado en Idiomas
CHAEA	Cuestionario Honey-Alonso de Estilos de Aprendizaje
CRFPTIC	Centro de Recursos y Formación del Profesorado en Tecnologías de la Información y la Comunicación
CSFP	Centro Superior de Formación del Profesorado
DAFO	Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades
DIMA	Dificultades en Matemáticas
DUA	Diseño Universal para el Aprendizaje
ESO	Enseñanza Secundaria Obligatoria
EVEA	Entorno Virtual de Enseñanza y Aprendizaje
HEMA	Cuestionario sobre Hábitos de Estudio y Motivación para el Aprendizaje
IA	Inteligencia Artificial
ICILS	International Computer and Information Literacy Study (Estudio Internacional sobre la Alfabetización Informática e Informacional)
IE	Innovación Educativa
IES	Instituto de Enseñanza Secundaria
INEE	Instituto Nacional de Evaluación Educativa
INTEF	Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado
LOE	Ley Orgánica de Educación
LOMCE	Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa

LOMLOE	Ley Orgánica de Modificación de la Ley Orgánica de Educación
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PC	Pensamiento Computacional
PIAAC	Programme for the International Assessment of Adult Competencies (Programa para la Evaluación Internacional de las Competencias de los Adultos)
PISA	Programme for International Student Assessment (Programa para la Evaluación Internacional de los Estudiantes)
PL	Programación Lineal
PMAR	Programa de Mejora del Aprendizaje y del Rendimiento
SELFIE	Self-reflection on Effective Learning by Fostering the use of Innovative Educational Technologies (Autoevaluación sobre el Aprendizaje Eficaz mediante el Fomento del Uso de Tecnologías Educativas Innovadoras)
STEM	Science, Technology, Engineering, Mathematics (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Matemáticas)
TALIS	Teaching and Learning International Survey (Encuesta Internacional sobre la Enseñanza y el Aprendizaje)
TIC	Tecnologías de la Información y la Comunicación
TIMSS	Trends in International Mathematics and Science Study (Estudio Internacional de Tendencias en Matemáticas y Ciencias)
TPACK	Technological Pedagogical Content Knowledge (Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido)
UE	Unión Europea

UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura)

Índice de figuras

Figura 1 *Delimitación del ámbito de investigación* 12

Figura 2 *Esquema sobre innovación educativa [IE]* 30

Figura 3 *Esquema sobre enseñanza de las matemáticas [EM]* 58

Figura 4 *Esquema sobre la IA en educación* 84

Figura 5 *Esquema sobre entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje* 93

Figura 6 *Fases y secuencias de la metodología investigación-acción* 117

Figura 7 *Cronograma de la investigación-acción* 126

Figura 8 *Modelo de consentimiento informado utilizado al inicio de la investigación* 133

Figura 9 *Dificultades en matemáticas desde la perspectiva de la investigadora-docente* 137

Figura 10 *Tipos de dificultades en matemáticas percibidas por la docente-investigadora* 142

Figura 11 *Errores frecuentes en matemáticas percibidos por el profesorado del IES Los Valles* 143

Figura 12 *Relación entre procesos y capacidades matemáticas según PISA 2015* 148

Figura 13 *Porcentaje de calificaciones en matemáticas en la 1ª, 2ª y 3ª evaluación* 154

Figura 14 *Porcentajes dentro de cada sexo por categoría de rendimiento en matemáticas en cada evaluación* 156

Figura 15 *Porcentaje de alumnado con dificultades en capacidades matemáticas* 157

Figura 16 *Porcentaje de alumnado con dificultades en formular* 159

Figura 17 *Porcentaje de alumnado con dificultades en emplear* 160

Figura 18 *Porcentaje de alumnado con dificultades en interpretar* 161

Figura 19 *Porcentaje de alumnado que pregunta dudas de matemáticas a determinadas fuentes* 162

Figura 20 *Porcentaje de alumnado que utiliza determinados recursos en clase de matemáticas* 163

Figura 21 *Porcentaje de alumnado que realiza determinadas acciones en clase de matemáticas* 164

Figura 22 *Nube de palabras sobre elementos que ayudarían al alumnado a mejorar en matemáticas* 167

Figura 23 *Porcentaje de alumnado por cada puntuación en factores ambientales* 178

Figura 24 *Porcentaje de alumnado por cada puntuación en salud física y emocional*.....179

Figura 25 *Porcentaje de alumnado por cada puntuación en método de estudio*.....180

Figura 26 *Porcentaje de alumnado por cada puntuación en organización de planes y horarios* 181

Figura 27 *Porcentaje de alumnado por cada puntuación en realización de exámenes* 181

Figura 28 *Porcentaje de alumnado por cada puntuación en búsqueda de información*.....182

Figura 29 *Porcentaje de alumnado por cada puntuación en comunicación escrita y oral*...183

Figura 30 *Porcentaje de alumnado por cada puntuación en motivación para aprender*.....184

Figura 31 *Perfil de aprendizaje de toda la muestra* 196

Figura 32 *Perfil de aprendizaje por género*.....197

Figura 33 *Perfil de aprendizaje por nivel académico*.....198

Figura 34 *Porcentajes para cada nivel de preferencia por el estilo de aprendizaje activo* ..199

Figura 35 *Porcentajes para cada nivel de preferencia por el estilo de aprendizaje reflexivo* 200

Figura 36 *Porcentajes para cada nivel de preferencia por el estilo de aprendizaje teórico*.201

Figura 37 *Porcentajes para cada nivel de preferencia por el estilo de aprendizaje pragmático* 202

Figura 38 *Diseño curricular del curso en línea de Matemáticas orientadas a las enseñanzas aplicadas de 3º de ESO*.....226

Figura 39 *Diseño del curso para Matemáticas orientadas a las enseñanzas aplicadas de 3º de ESO en la plataforma Moodle* 228

Figura 40 *Principales acciones docentes en la enseñanza virtual* 230

Figura 41 *Planificación de la práctica docente en el aula virtual* 230

Figura 42 *Arquitectura general del chatbot*.....231

Figura 43 *Criterios de clasificación y tipos de chatbot* 233

Figura 44 *Estructura del portafolio digital del alumnado*.....240

Figura 45 *Información al profesorado y distribución del enlace al cuestionario SELFIE* ...248

Figura 46 *Fases para la implementación del chatbot*.....249

Figura 47 *Consola de configuración de Dialogflow*.....250

Figura 48 *Creación de un intento en Dialogflow*.....251

Figura 49 *Experiencia educativa con el chatbot integrado en Telegram*.....254

Figura 50 *Ejemplo de la sección de objetivos del portafolios de un alumno* 271

Figura 51 *Evidencias de actividades interactivas realizadas por un alumno y recogidas en su portafolio*.....272

Figura 52 *Reflexión de un alumno sobre su aprendizaje en su portafolio*.....272

Figura 53 *Ejemplo de la sección de evaluación del portafolio de un alumno*.....273

Figura 54 *Media de las respuestas por perfil y área* 275

Figura 55 *Media de las respuestas por pregunta del área de liderazgo* 277

Figura 56 *Porcentajes de respuestas a la pregunta A5 para cada perfil* 277

Figura 57 *Media de las respuestas por pregunta del área de infraestructura y equipos* 278

Figura 58 *Porcentajes de respuestas a la pregunta B5 para cada perfil* 279

Figura 59 *Porcentajes de respuestas a la pregunta B4 para los perfiles de alumnado y profesorado*.....280

Figura 60 *Porcentajes de respuestas a la pregunta B3 para cada Perfil*.....281

Figura 61 *Media de las respuestas por pregunta del área de desarrollo profesional continuo* 281

Figura 62 *Media de las respuestas por pregunta del área de enseñanza y aprendizaje* 282

Figura 63 *Porcentajes de respuestas a la pregunta D10 para cada perfil*.....284

Figura 64 *Porcentajes de respuestas a la pregunta D7 para cada perfil*.....285

Figura 65 *Media de las respuestas por pregunta del área de prácticas de evaluación* 285

Figura 66 *Porcentajes de respuestas a la pregunta E5 para cada perfil* 286

Figura 67 *Media de las respuestas por pregunta del área de competencias digitales del alumnado*.....287

Figura 68 *Porcentaje de usuarios para cada factor que limita el uso de las tecnologías*.....290

Figura 69 *Media de las respuestas por pregunta del área secundaria de utilidad de las actividades de DPC*.....291

Figura 70 *Media de las respuestas por pregunta del área secundaria de seguridad al utilizar la tecnología*.....292

Figura 71 *Media de las respuestas por pregunta del área secundaria de porcentaje de tiempo* 293

Figura 72 *Media de las respuestas por pregunta del área secundaria de adopción de la tecnología*.....293

Figura 73 *Media de las respuestas por pregunta del área secundaria de uso de la tecnología* 294

Figura 74 *Interacción estudiante-chatbot para resolver un problema de programación lineal* 295

Figura 75 *Recorte de la valoración del plan de formación del profesorado*.....304

Figura 76 *Estructura del chatbot configurado en la plataforma SnatchBot* 319

Figura 77 *Información al profesorado y distribución del enlace al cuestionario SELFIE* ...323

Figura 78 *Creación de interacciones con el chatbot en la plataforma SnatchBot* 324

Figura 79 *Experiencia educativa con el chatbot configurado en Snatchbot e integrado en Moodle* 325

Figura 80 *Media de las respuestas por perfil y área* 327

Figura 81 *Media de las respuestas por pregunta del área de liderazgo* 328

Figura 82 *Media de las respuestas por pregunta del área de colaboración y redes* 329

Figura 83 *Porcentajes de respuestas a la pregunta B2 para cada grupo* 330

Figura 84 *Media de las respuestas por pregunta del área de infraestructura y equipos* 330

Figura 85 *Porcentajes de respuestas a la pregunta C10 para cada grupo* 331

Figura 86 *Media de las respuestas por pregunta del área de desarrollo profesional continuo* 332

Figura 87 *Porcentajes de respuestas a la pregunta D3 para cada grupo participante* 333

Figura 88 *Media de las respuestas por pregunta del área de pedagogía: apoyos y recursos* 333

Figura 89 *Porcentajes de respuestas a la pregunta E3 para cada grupo participante* 334

Figura 90 *Media de las respuestas por pregunta del área de pedagogía: implementación en el aula* 335

Figura 91 *Porcentajes de respuestas a la pregunta F1 para profesorado y alumnado* 336

Figura 92 *Media de las respuestas por pregunta del área de prácticas de evaluación* 336

Figura 93 *Porcentajes de respuestas a la pregunta G3 para cada grupo* 337

Figura 94 *Porcentajes de respuestas a la pregunta G5 para cada grupo* 338

Figura 95 *Media de las respuestas por pregunta del área de competencias digitales del alumnado*.....338

Figura 96 *Porcentajes de respuestas a la pregunta H8 para cada grupo* 339

Figura 97 *Porcentajes de respuestas a la pregunta H7 para cada grupo* 340

Figura 98 *Porcentaje de usuarios para cada factor que limita el uso de las tecnologías*.....342

Figura 99 *Porcentaje de usuarios para cada factor negativo para el aprendizaje mixto* 343

Figura 100 *Porcentaje de usuarios para cada factor positivo para el aprendizaje mixto* 344

Figura 101 *Media de las respuestas por pregunta del área secundaria de utilidad de las actividades de DPC*.....346

Figura 102 *Media de las respuestas por pregunta del área secundaria de seguridad al utilizar la tecnología*.....348

Figura 103 *Media de las respuestas por pregunta del área secundaria de porcentaje de tiempo* 349

Figura 104 *Media de las respuestas por pregunta del área secundaria de adopción de la tecnología*.....349

Figura 105 *Media de las respuestas por pregunta del área secundaria de uso de la tecnología* 350

Figura 106 *Media de las respuestas por pregunta del área secundaria de acceso del alumnado a dispositivos fuera del centro educativo*.....351

Figura 107 *Media de las respuestas por pregunta del área secundaria de conocimiento técnico del alumnado*.....352

Figura 108 *Media de las respuestas por pregunta específica del centro educativo* 354

Figura 109 *Integración con el chatbot en el aula virtual* 357

Figura 110 *Porcentajes de promoción/titulación del IES Los Valles en seis años académicos* 371

Figura 111 *Porcentaje de aprobados del IES Los Valles en el área de matemáticas durante seis años* 374

Figura112 *Porcentajes de calificaciones de matemáticas agrupadas para los diferentes niveles educativos* 375

Figura 113 *Porcentajes asociados a los niveles de rendimiento en matemáticas en seis años académicos* 381

Figura 114 *Gráficas de cada nivel de rendimiento en matemáticas por año para cada nivel curricular* 383

Figura 115 *Normativa educativa para ESO y Bachillerato aplicada en los seis años de estudio en CyL* 387

Figura 116 *Principales acciones desarrolladas en cada ciclo de investigación-acción* 390

Figura 117 *Marcos de competencia digital europeos, españoles y de CyL* 398

Figura 118 *Fases de aplicación del chatbot creado en BotPress* 401

Figura 119 *Configuración del flujo de trabajo de la unidad de programación lineal en Botpress* 412

Figura 120 *Experiencia educativa con el chatbot configurado en Botpress e integrado en Moodle* 414

Figura 121 *Niveles de competencia digital de los docentes del IES Los Valles acreditados el 22-02-2023* 416

Figura 122 *Niveles de competencia digital de los docentes del IES Los Valles acreditados el 15-05-2023* 418

Figura 123 *Porcentaje de profesorado del IES Los Valles acreditado en cada nivel de competencia digital* 419

Figura 124 *Media de las respuestas por perfil y área* 421

Figura 125 *Media de las respuestas por pregunta del área de liderazgo* 423

Figura 126 *Media de las respuestas por pregunta del área de colaboración y redes* 424

Figura 127 *Porcentajes de respuestas a la pregunta B2 para cada perfil* 424

Figura 128 *Media de las respuestas por pregunta del área de infraestructura y equipos* 425

Figura 129 *Porcentajes de respuestas a la pregunta C5 para cada perfil* 427

Figura 130 *Porcentajes de respuestas a la pregunta C10 para cada perfil* 427

Figura 131 *Media de las respuestas por pregunta del área de desarrollo profesional continuo* 428

Figura 132 *Media de las respuestas por pregunta del área de pedagogía: apoyos y recursos* 429

Figura 133 *Porcentajes de respuestas a la pregunta E3 para cada perfil* 430

Figura 134 *Media de las respuestas por pregunta del área de pedagogía: implementación en el aula*.....431

Figura 135 *Media de las respuestas por pregunta del área de prácticas de evaluación* 433

Figura 136 *Porcentajes de respuestas a la pregunta G6 para cada perfil*.....433

Figura 137 *Porcentajes de respuestas a la pregunta G3 para cada perfil*.....434

Figura 138 *Media de las respuestas por pregunta del área de competencias digitales del alumnado*.....435

Figura 139 *Media de las respuestas por pregunta del área secundaria de factores que limitan el uso de las tecnologías* 436

Figura 140 *Media de las respuestas por pregunta del área secundaria de factores negativos para aprendizaje mixto* 437

Figura 141 *Media de las respuestas por pregunta del área secundaria de factores positivos para aprendizaje mixto* 438

Figura 142 *Media de las respuestas por pregunta del área secundaria de utilidad de las actividades de DPC*.....440

Figura 143 *Media de las respuestas por pregunta del área secundaria de seguridad al utilizar la tecnología*.....441

Figura 144 *Media de las respuestas por pregunta del área secundaria de porcentaje de tiempo* 442

Figura 145 *Media de las respuestas por pregunta del área secundaria de adopción de la tecnología*.....443

Figura 146 *Media de las respuestas por pregunta del área secundaria de uso de la tecnología* 444

Figura 147 *Media de las respuestas por pregunta del área secundaria de acceso del alumnado a dispositivos fuera del centro educativo*.....445

Figura 148 *Media de las respuestas por pregunta del área secundaria de conocimiento técnico del alumnado*.....446

Figura 149 *Capturas de pantalla de la interacción con el chatbot integrado en el aula virtual Moodle* 460

Figura 150 *Planteamiento contextualizado de un problema a la versión 3.5 de ChatGPT* ..463

Figura 151 *Resolución de ChatGPT como problema de optimización*.....464

Figura 152 *Respuesta de ChatGPT a la pregunta sobre región factible*.....465

Figura 153 *Explicación de ChatGPT sobre la región factible del problema* 467

Figura 154 *Vértices de la región factible que calcula ChatGPT*.....467

Figura 155 *Solución errónea encontrada por ChatGPT* 468

Figura 156 *Nuevo planteamiento del problema de programación lineal*.....469

Figura 157 *Resultados del problema de programación lineal*.....470

Figura 158 *Ejemplo de explicación de la representación de la restricción x ≤9000* 470

Figura 159 *Cálculo incorrecto de uno de los vértices de la región factible*.....471

Figura 160 *Corrección de respuesta de ChatGPT*.....471

Figura 161 *Solución del ChatGPT al problema de programación lineal*.....472

Figura 162 *Formulación matemática del enunciado del problema*.....473

Figura 163 *Fragmento de la resolución del problema por el método algebraico*.....474

Figura 164 *Fragmento de la resolución del problema utilizando el método gráfico* 475

Figura 165 *Conclusión del problema resuelto por el método gráfico* 477

Figura 166 *Revisión del problema de programación lineal en ChatGPT* 478

Figura 167 *Conclusión del problema revisado de programación lineal* 479

Figura 168 *Determinación de los vértices de la región factible* 479

Figura 169 *Vértices de la región factible* 480

Figura 170 *Conclusión después de añadir un vértice a la región factible* 481

Figura 171 *Representación de la región factible* 482

Figura 172 *Corrección de ChatGPT de la representación de la región factible* 482

Figura 173 *Representación completa de la región factible* 483

Figura 174 *Registro de la plataforma Botpress relativa a la sesión de observación* 484

Figura 175 *Porcentajes del nivel de rendimiento por cada indicador de logro en la prueba de evaluación* 487

Figura 176 *Comparativa de plataformas de chatbots* 493

Figura 177 *Cuestionario DIMA* 556

Figura 178 *Página principal del curso en línea* 574

Figura 179 *Sección de presentación del curso* 574

Figura 180 *Sección de recursos* 575

Figura 181 *Sección de actividades interactivas* 576

Figura 182 *Sección de unidades didácticas* 577

Figura 183 *Sección Diviértete con las mates* 580

Figura 184 *Preguntas del cuestionario SELFIE en 2019-2020* 591

Figura 185 *Preguntas del cuestionario SELFIE en 2021-2022 y 2023-2024* 595

Figura 186 *Resolución de un problema de PL con ChatGPT versión 3.5* 600

Figura 187 *Resolución de un problema de PL con ChatGPT versión 4o* 614

Figura 188 *Problema de PL resuelto en la página web Calculo.cc* 626

Índice de tablas

Tabla 1 *Vinculación de objetivos específicos y acciones e instrumentos de investigación* ...127

Tabla 2 *Planificación de la fase inicial de diagnóstico* 135

Tabla 3 *Operacionalización de las variables del cuestionario DIMA* 149

Tabla 4 *Tamaño de la muestra del cuestionario DIMA* 153

Tabla 5 *Operacionalización de las variables del cuestionario HEMA* 171

Tabla 6 *Tamaños de la muestra y de la población por niveles educativos* 173

Tabla 7 *Distribución de alumnado por resultados en cada categoría del cuestionario HEMA* 175

Tabla 8 *Distribución de alumnado por nivel académico con resultados muy bajos o bajos en cada categoría del cuestionario HEMA* 177

Tabla 9 *Operacionalización de las variables del cuestionario CHAEA* 189

Tabla 10 *Estadísticos descriptivos para la muestra* 191

Tabla 11 *Estadísticos descriptivos por género* 192

Tabla 12 *Estadísticos descriptivos por niveles académicos* 193

Tabla 13 *Baremo general según preferencias en estilos de aprendizaje* 199

Tabla 14 *Matriz DAFO de factores internos y externos vinculados al IES Los Valles* 205

Tabla 15 *Problemas y estrategias a partir de los resultados del cuestionario DIMA* 214

Tabla 16 *Problemas y estrategias a partir de los resultados del cuestionario HEMA* 215

Tabla 17 *Problemas y estrategias a partir de los resultados del cuestionario CHAEA* 215

Tabla 18 *Problemas y estrategias a partir de los resultados del análisis DAFO* 216

Tabla 19 *Plan de acción* 217

Tabla 20 *Diseño de la fase de planificación* 219

Tabla 21 *Diseño de la fase de acción* 219

Tabla 22 *Diseño de la fase de observación* 220

Tabla 23 *Diseño de la fase de reflexión o evaluación* 221

Tabla 24 *Distribución por categorías de actividades del plan de centro de formación del profesorado* 223

Tabla 25 *Entradas y salidas del chatbot en Dialogflow para resolver un problema de programación lineal*.....236

Tabla 26 *Guion para discusión grupal sobre el uso del chatbot*.....244

Tabla 27 *Características de los participantes en las acciones referidas al período entre 2018-2019 y 2020-2021* 245

Tabla 28 *Periodos de recogida de datos en el ciclo I de la investigación*.....245

Tabla 29 *Categorización de actividades formativas*.....247

Tabla 30 *Focos temáticos y observaciones del diario docente*.....257

Tabla 31 *Temas recurrentes en el diario docente*.....259

Tabla 32 *Categorías de análisis del diario docente* 268

Tabla 33 *Promedio obtenido en cada pregunta*.....288

Tabla 34 *Porcentaje de actividades del plan de formación por categoría*.....297

Tabla 35 *Rango de puntuación en las diferentes áreas del cuestionario SELFIE* 301

Tabla 36 *Descripción de las puntuaciones en las diferentes áreas del cuestionario SELFIE para cada grupo participante* 302

Tabla 37 *Preguntas del cuestionario para docentes de matemáticas del IES Los Valles* 308

Tabla 38 *Ciclo II: Ajuste de las acciones del ciclo I de investigación - acción* 311

Tabla 39 *Plan de acción* 313

Tabla 40 *Diseño de la fase de planificación*.....314

Tabla 41 *Diseño de la fase de acción* 314

Tabla 42 *Diseño de la fase de observación* 315

Tabla 43 *Diseño de la fase de reflexión o evaluación* 315

Tabla 44 *Distribución por categorías de actividades del plan de centro de formación del profesorado* 316

Tabla 45 *Configuración de interacción del chatbot* 318

Tabla 46 *Características de los participantes en las acciones referidas al período entre 2020-2021 y 2022-2023* 321

Tabla 47 *Periodos de recogida de datos en el ciclo II de la investigación* 321

Tabla 48 *Categorización de actividades formativas* 322

Tabla 49 *Promedio de preguntas* 341

Tabla 50 *Porcentaje de actividades del segundo plan de formación por categoría* 356

Tabla 51 *Descripción de las puntuaciones en las diferentes áreas del cuestionario SELFIE para cada grupo participante* 361

Tabla 52 *Planificación de la fase inicial de diagnóstico* 367

Tabla 53 *Indicadores de fracaso escolar en el IES Los Valles para seis años académicos* ..369

Tabla 54 *Porcentajes de promoción/titulación del IES Los Valles en seis años académicos* 370

Tabla 55 *Porcentaje de aprobados del IES Los Valles en el área de matemáticas durante seis años* 373

Tabla 56 *Correspondencia entre escalas de rendimiento en matemáticas* 380

Tabla 57 *Datos sobre los niveles de rendimiento en matemáticas en seis años académicos* 380

Tabla 58 *Porcentajes de cada nivel de rendimiento en matemáticas por año y nivel curricular* 382

Tabla 59 *Pruebas de normalidad de Kolmogorov-Smirnov*[a] 384

Tabla 60 *Resultados de la prueba de Kruskal Wallis* 385

Tabla 61 *Comparaciones por parejas de años académicos* 386

Tabla 62 *Pruebas de Mann-Whitney* 388

Tabla 63 *Plan de acción del ciclo III de investigación-acción* 393

Tabla 64 *Diseño de la fase de planificación* 394

Tabla 65 *Diseño de la fase de acción* 395

Tabla 66 *Diseño de la fase de observación* 395

Tabla 67 *Diseño de la fase de reflexión o evaluación* 396

Tabla 68 *Aspectos clave para la observación en el aula* 403

Tabla 69 *Características de los participantes en las acciones referidas al período entre 2022-2023 y 2024-2025* 409

Tabla 70 *Periodos de recogida de datos en el Ciclo III de la Investigación* 410

Tabla 71 *Etapas y niveles de progresión de la competencia digital Docente* 416

Tabla 72 *Fechas de recogida de datos sobre nivel de competencia digital docente* 418

Tabla 73 *Zonas de distribución de las diferentes áreas y preguntas* 447

Tabla 74 *Promedio de valores medios por área* 447

Tabla-75 *Media de las respuestas para cada área según el año académico y el perfil de los participantes* 449

Tabla 76 *Media de las respuestas para cada pregunta y año académico* 451

Tabla 77 *Media de las respuestas para cada pregunta, año académico y perfil de los participantes* 454

Tabla 78 *Indicadores de logro para cada actividad de la prueba de evaluación* 487

Tabla 79 *Comparación de las plataformas Dialogflow, Snatchbot y Botpress* 495

Tabla 80 *Codificación de las preguntas del cuestionario HEMA* 564

Introducción

En los últimos tiempos de creciente desarrollo tecnológico la enseñanza de matemáticas en la educación secundaria enfrenta desafíos ligados a la integración de tecnologías digitales en los procesos educativos. En concreto, los entornos virtuales pueden utilizarse como herramientas para enriquecer el aprendizaje ofreciendo flexibilidad, interactividad y acceso a recursos diversificados. Estudios previos destacan los beneficios potenciales de estas plataformas, como la personalización del aprendizaje y la promoción de competencias digitales en el alumnado (Anderson, 2008). Sin embargo, también advierten sobre la necesidad de capacitación docente, la resistencia al cambio y las brechas tecnológicas como factores que limitan su eficacia (Bozkurt y Sharma, 2020). Aunque estas herramientas pueden facilitar la comprensión de conceptos abstractos mediante simulaciones, visualizaciones dinámicas y actividades interactivas, su efectividad depende del uso de estrategias pedagógicas adecuadas y un cambio cultural en la manera de enseñar y aprender.

Durante y después de la pandemia de COVID-19 se impulsó en el ámbito educativo la incorporación de herramientas virtuales en todas las áreas de conocimiento. En matemáticas que es un área fundamental y tradicionalmente considerada desafiante, se recurrió a videoconferencias o recursos multimedia con explicaciones de actividades y conceptos para hacer el contenido más comprensible al alumnado, pero a las dificultades propias de la materia se le unieron otras como la falta de acceso a internet, sobre todo en zonas rurales, y de dispositivos tecnológicos adecuados, como portátiles u ordenadores personales. Esta brecha digital intensificó las desigualdades ya existentes siendo los estudiantes de entornos desfavorecidos los más afectados por la falta de acceso a la tecnología.

En este contexto de pandemia mundial se subraya la importancia de los entornos virtuales para impulsar la continuidad educativa frente a la interrupción de la actividad presencial y quedan al descubierto brechas significativas, no solo tecnológicas, sino también

pedagógicas y organizativas, que deben abordarse para garantizar una educación más resiliente y efectiva (Comisión Internacional sobre los Futuros de la educación, 2020; Hodges et al., 2020).

La necesidad de innovar prácticas pedagógicas con entornos virtuales en una asignatura clave como matemáticas, esencial para el desarrollo del pensamiento lógico y las competencias STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas) es apremiante para institutos de enseñanza secundaria ubicados en entornos rurales tras las experiencias vividas en la pandemia. La investigación en este campo contribuye al conocimiento de la enseñanza de las matemáticas en secundaria y a la implementación de tecnologías en contextos escolares específicos, avanzando en innovación educativa y permitiendo la transferencia de métodos y estrategias a otras áreas del conocimiento.

Se añade a la relevancia académica, la relevancia social por la contribución a reducir las desigualdades educativas en accesibilidad al permitir que desde diferentes ubicaciones geográficas se pueda acceder a la educación, eliminado las barreras físicas; en inclusión al ofrecer oportunidades educativas al alumnado con limitaciones que les impiden la asistencia a clase presencial; en flexibilidad al facilitar el aprendizaje a diferentes ritmos y horarios, adaptándose a las necesidades individuales de los estudiantes; en recursos por permitir enriquecer el proceso de aprendizaje con una amplia variedad de recursos educativos interactivos y abiertos y en interacción por ampliar los canales de comunicación y colaboración en línea. En general, los entornos virtuales permiten la continuidad educativa, ofreciendo alternativas de aprendizaje cuando las clases presenciales no son posibles por cualquier circunstancia que las impida.

La búsqueda de una integración eficaz de herramientas digitales en la enseñanza matemática responde a las necesidades de capacitación digital del siglo XXI lo que también confiere relevancia tecnológica a la investigación. Las prácticas pedagógicas tradicionales

todavía predominan en muchos institutos de enseñanza secundaria, lo que genera inconsistencias entre las oportunidades que las tecnologías ofrecen y su implementación efectiva. En particular, faltan estudios longitudinales que examinen cómo los entornos virtuales pueden integrarse en la enseñanza matemática de forma sostenible y efectiva lo que lleva a preguntarse sobre qué estrategias pedagógicas específicas maximizan su efectividad o qué condiciones institucionales favorecen su adopción exitosa.

Aunque en la literatura se han documentado los beneficios de los entornos virtuales en el aprendizaje de matemáticas, existen lagunas referidas, por ejemplo, al tipo de centro educativo que justifican la necesidad de una investigación que considere las especificidades de cada centro y permita diseñar soluciones que respondan tanto a sus necesidades como a las limitaciones identificadas en ese contexto. Por ello, es conveniente adoptar un enfoque particularizado que se centre en las características de la materia de matemáticas en niveles de enseñanza secundaria para un centro educativo situado en un entorno rural. Esta investigación se propone contribuir al conocimiento sobre la innovación en la enseñanza de matemáticas mediante la implementación de agentes conversacionales o chatbots en entornos virtuales que complementen la acción formativa en un instituto de secundaria. El objetivo principal es identificar estrategias pedagógicas y condiciones institucionales que permitan mejorar el aprendizaje matemático y la participación del alumnado.

A través de un enfoque de investigación-acción, este estudio busca diagnosticar las necesidades y desafíos de estudiantes y docentes respecto a la tecnología educativa y diseñar estrategias pedagógicas e implementar innovaciones para entornos virtuales adaptadas a las características de la materia de matemáticas y del nivel educativo del alumnado, a la vez que se generan directrices y recomendaciones prácticas que puedan ser aplicadas en otros contextos educativos similares. Con ello, se espera no solo enriquecer la literatura existente sobre

innovación educativa, sino también ofrecer una contribución práctica que mejore la calidad de la enseñanza de matemáticas en entornos virtuales.

Aunque la investigación se centra en un instituto específico, se garantiza la transferencia de los hallazgos a otros contextos similares mediante la recopilación y análisis de los pasos, herramientas y condiciones necesarias para la implementación, la adaptabilidad del modelo con el diseño de estrategias pedagógicas flexibles que pueden ajustarse a diferentes niveles de acceso tecnológico y capacidades institucionales y con recomendaciones prácticas al proporcionar pautas claras para docentes y administradores escolares que deseen replicar o adaptar el modelo en sus propios contextos.

I. Planteamiento del problema y objetivos de investigación

I.1. Planteamiento del problema

I.1.1. Situación problemática

En la contextualización del problema de investigación, se muestra la situación problemática a nivel macro y meso. En el primero se presenta el problema con un enfoque amplio y global a través de estudios internacionales, nacionales y regionales y en el segundo se presenta la problemática en un instituto de enseñanza secundaria concreto en el que se desarrolla la investigación.

Nivel macro. La enseñanza de las matemáticas ha supuesto un reto permanente tanto para los docentes como para los estudiantes por la naturaleza abstracta de esta disciplina y la percepción de dificultad que tienen los estudiantes hacia ella. Según el informe PISA 2018 de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE], en los países de la OCDE, en promedio el 24 % de los estudiantes de 15 años no alcanzó el nivel 2 básico de competencia matemática de entre los seis niveles que describe PISA (OCDE, 2019) lo que repercute en su capacidad para desarrollar habilidades críticas y analíticas necesarias en el siglo XXI.

Antes de la pandemia de COVID-19, en la comparación del desempeño en matemáticas entre 2015 y 2018, en 47 de los países y economías participantes en PISA 2015 y 2018, entre los que se incluye España, se mantuvo estable el rendimiento medio en matemáticas, mejoró en 13 de los países y se redujo en Malta, Rumania y China Taipéi (OCDE, 2019). El impacto de la pandemia que se analiza en la evaluación PISA 2022 agravó la situación con una caída del rendimiento medio en matemáticas de casi 15 puntos (OCDE, 2023b), lo que pone de manifiesto la necesidad de seguir investigando sobre estrategias y recursos que ayuden a mejorar la competencia matemática.

En el ámbito europeo, a través del Monitor de la Educación y la Formación que es un informe anual de la Comisión Europea, se evalúa y analiza los sistemas educativos de los países miembros de la Unión Europea para hacer un seguimiento de los avances hacia la consecución de los objetivos educativos establecidos a nivel de la Unión Europea para 2030. Uno de esos objetivos es reducir a porcentajes inferiores al 15 % los jóvenes europeos de 15 años con bajo rendimiento en lectura, matemáticas y ciencia (Consejo de la Unión Europea, 2021). En particular en Matemáticas, en la Unión europea en la década 2012-2022 ese porcentaje en vez de disminuir aumentó pasando de 22,1% en 2012 a 29,5 % en 2022, por lo que sigue siendo una preocupación que requiere políticas a nivel europeo y de cada país integrante para lograr el objetivo propuesto (Comisión Europea, 2024). La Comisión Europea ha destacado también en su informe sobre educación y formación 2022 (Education and Training Monitor) que los estudiantes en matemáticas presentan brechas importantes en el aprendizaje, particularmente en contextos desfavorecidos. A pesar de los esfuerzos para integrar metodologías innovadoras, la educación matemática sigue mostrando desafíos relacionados con la equidad y la calidad (Comisión Europea, 2022). Otros informes ponen el foco de atención en otros factores que pueden afectar al rendimiento como el bienestar en la educación sobre todo tras la pandemia de COVID-19 (Comisión Europea, 2021) o en la profesión docente (Comisión Europea, 2023).

En España, aunque más de la mitad de los jóvenes de entre 25 y 34 años posee una titulación de educación terciaria, el porcentaje que elige carreras STEM relacionadas con Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas es inferior al promedio de la OCDE, especialmente entre las mujeres (Instituto Nacional de Evaluación Educativa [INEE], 2024), debido en parte a las deficiencias en matemáticas, fundamentales para estas competencias. En el caso de los jóvenes de 15 años, según PISA 2022, España logró una puntuación media en matemáticas similar a la OCDE, pero con una caída desde 2012 y brechas significativas, incluyendo una menor proporción de estudiantes en niveles altos de rendimiento, 6 % frente al

9 % de la OCDE, y una brecha de género de 10 puntos a favor de los chicos, tendencia que se manifiesta desde la primaria según estudios como TIMSS 2023. (Consejería de Educación de Castilla y León, s.f.).

El informe anual del Consejo Escolar del Estado (2021) revela a partir de datos de PISA 2015 y 2018 que el porcentaje de estudiante de 15 años que tiene bajo rendimiento en matemáticas presenta estabilidad desde 2003 a 2018 oscilando del 23 % al 24,7 % de 2018. Los resultados en matemáticas en ese periodo se encuentran por debajo de la media de la Unión Europea. En la década 2012-2022 que engloba los efectos de la pandemia de COVID-19 de 2020, el porcentaje de jóvenes españoles de 15 años con bajo rendimiento en matemáticas aumentó de 23,6 % en 2012 a 27,3% en 2022 mientras que en la Unión Europea el incremento fue mayor, pasando de 22,1 % en 2012 a 29,5 % en 2022 (Comisión Europea, 2024). Todo esto lleva a reflexionar que, aunque los programas tecnológicos, de refuerzo y de recuperación se han incrementado en las aulas, persisten limitaciones en la implementación de estrategias pedagógicas efectivas.

En el contexto de Castilla y León, tradicionalmente una de las comunidades autónomas con mejores resultados en evaluaciones educativas nacionales e internacionales, los retos asociados a la enseñanza de matemáticas no son menores. Estudios realizados por el Instituto Nacional de Evaluación Educativa (INEE) han evidenciado que, si bien los estudiantes de la región suelen obtener buenos resultados en matemáticas, existen disparidades entre centros educativos en función de su localización geográfica y del acceso a recursos tecnológicos (Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2021).

En los últimos años, la incorporación de tecnologías digitales y entornos virtuales ha abierto nuevas oportunidades para transformar la enseñanza y mejorar el aprendizaje de las matemáticas. La pandemia de COVID-19, que obligó a los sistemas educativos a adoptar plataformas virtuales de manera masiva, evidenció tanto el potencial como las limitaciones de

los entornos digitales en la educación secundaria. Durante este periodo, sistemas de gestión del aprendizaje y simuladores matemáticos interactivos como GeoGebra o Desmos fueron útiles (Tesfamicael, 2022), pero a pesar del auge en el uso de tecnología educativa, persisten barreras, como la falta de capacitación tecnológica de los docentes, la brecha digital entre estudiantes de diferentes contextos socioeconómicos y la limitada evaluación del impacto de innovaciones tecnológicas en el aprendizaje. Este panorama subraya la necesidad de investigar cómo procesos de innovación en entornos virtuales pueden mejorar la enseñanza de las matemáticas en secundaria. Explorar nuevos métodos de enseñanza de las matemáticas no solo contribuirá con el aporte de experiencias educativas transformadoras, también puede ofrecer un modelo replicable para implementar estrategias que mejoren la personalización del aprendizaje a través de plataformas de enseñanza y aprendizaje en línea.

Nivel meso. La introducción de metodologías activas y herramientas digitales supuso una transformación de los procesos educativos. En el aula, los docentes combinan métodos tradicionales de enseñanza básicamente expositivas con prácticas dinámicas que involucran activamente a los estudiantes en su aprendizaje, usan tanto materiales y recursos didácticos que han sobrevivido al paso del tiempo (pizarras, tizas, cuadernos y libros impresos, etc) como otros más acordes al mundo tecnológico en el que estamos inmersos (paneles digitales, audiovisuales, recursos de la web, etc). Los espacios de aprendizaje también se han actualizado y al uso de las aulas físicas se le añaden las virtuales integradas en plataformas de aprendizaje en línea. Incluso los momentos y oportunidades para aprender se han extendido fuera de los periodos lectivos de las enseñanzas regladas y otras formas de enseñanza no regladas e informales se abren paso, impulsadas por el acceso a internet y dispositivos como portátiles o teléfonos móviles. Además, la Inteligencia Artificial irrumpe con fuerza en el contexto educativo abriendo un sinfín de oportunidades para explotar su potencial educativo. Pero a pesar de todas las innovaciones que se han llevado a cabo en los centros educativos a lo largo

del tiempo, persisten problemas que siguen preocupando a los docentes. En particular, las dificultades de aprendizaje del alumnado en la materia de matemáticas suponen un reto para cualquier docente de esta materia. Reto que no es nuevo, que perdura generación tras generación y que se ha tratado de afrontar a través de la investigación de diversos factores influyentes tanto intrínsecos como extrínsecos de carácter psicológico, pedagógico, tecnológico o culturales entre otros. Sin embargo, la complejidad del problema hace que sea difícil de abordar de forma integral porque son múltiples las posibles causas y en cada estudiante concurren varias de estas con distinta intensidad. No obstante, la percepción de dificultad obedece a la consideración de aspectos como la naturaleza abstracta de la materia cuyo razonamiento simbólico y lógico puede resultar complejo, especialmente si no se tiene una base sólida, ya que los conceptos avanzados dependen de los fundamentos; la desconexión con la vida cotidiana puede disminuir la motivación para aprender al no percibirse una utilidad práctica y los métodos de enseñanza basados en la memorización de fórmulas, sin enfatizar la comprensión conceptual restan sentido a lo aprendido y si además no son dinámicos y carecen de práctica pueden resultar aburridos o poco estimulantes para el alumnado. La frustración, el estrés o la ansiedad que pueden sufrir algunos estudiantes ante tareas matemáticas complejas o experiencias de aprendizaje insatisfactorias puede afectar a su capacidad para procesar información, causar episodios de bloqueo mental y obstaculizar el aprendizaje. También la cultura y creencias que asocian las Matemáticas con personas muy inteligentes pueden afectar a la autoconfianza de los estudiantes y predisponerlos negativamente.

En el Instituto de Enseñanza Secundaria (IES) denominado “Los Valles”, situado en la localidad de Camarzana de Tera de la provincia de Zamora y dónde se imparten enseñanzas de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y de Bachillerato, también preocupa al profesorado de matemáticas las dificultades que detectan en el alumnado en esta materia por lo que la

investigadora, con funciones de docencia y dirección de este centro educativo se pregunta qué puede hacer para mejorar el aprendizaje del alumnado en Matemáticas.

La inacción en cualquier campo conduce al estancamiento y carece de sentido en un mundo en continua evolución. En el ámbito educativo es necesario, no sólo aprender de las experiencias vividas como la pandemia de COVID-19, también hay que reaccionar buscando alternativas que mejoren la respuesta educativa ante cualquier contratiempo o situación de crisis. Los proyectos de innovación en los centros educativos basados en acciones formativas que fomentan el aprendizaje en línea responden a este propósito de aumentar la resiliencia y la capacidad de adaptación a nuevas situaciones sin que se resienta la calidad educativa y el rendimiento académico de los estudiantes. Emprender este tipo de tareas de forma individual no garantiza ni el éxito ni la continuidad de las propuestas de mejora introducidas, los cambios deben ser respaldados por la comunidad educativa y apoyados por la dirección del centro, produciéndose tanto a nivel tecno pedagógico como organizativo. Si no se exploran nuevas formas de mejorar la funcionalidad de los entornos de enseñanza y aprendizaje a través de la tecnología no se atiende adecuadamente a las necesidades de las nuevas generaciones y los centros educativos estarían retrocediendo en la preparación de los estudiantes para un mundo digital y globalizado.

A la importancia de los entornos virtuales como forma de extender la educación fuera del espacio físico y temporal de los centros se le suman las posibilidades de personalización de la enseñanza en estos entornos. El empleo de los mismos recursos didácticos, las mismas metodologías, las mismas actividades para todos los estudiantes de un grupo en un determinado nivel refleja la persistencia de los enfoques tradicionales de enseñanza, lo que se aleja del enfoque personalizado que permite adaptar los procesos educativos a las necesidades individuales del alumnado y partir del nivel real de desarrollo competencial de cada estudiante para lograr mejorar su desempeño académico.

En el IES Los Valles, es preciso abordar el problema de las dificultades que presenta el alumnado en matemáticas desde la innovación didáctica, haciendo uso de herramientas tecnológicas que ayuden a minimizar esas dificultades. Sin estrategias personalizadas y recursos digitales innovadores muchos estudiantes podrían continuar sin comprender conceptos clave, acumulando lagunas que dificultan el aprendizaje futuro. Además, la falta de progreso en matemáticas puede generar frustración y pérdida de interés en la asignatura, lo que disminuye el rendimiento académico en general y si no se promueve un entorno que fomente el aprendizaje autónomo, los estudiantes de bachillerato no desarrollarán habilidades para aprender de manera independiente y prepararse para enfrentar estudios superiores. Si los estudiantes no logran superar sus dificultades en matemáticas pueden desarrollar una percepción negativa de sus capacidades intelectuales y la persistencia de dificultades sin una intervención adecuada puede generar ansiedad o aversión a la materia. Aunque en el IES Los Valles se abordó la forma de mejorar la atención del profesorado hacia el alumnado con materias pendientes, entre ellas matemáticas, a través del proyecto "Aula virtual para pendientes", la presente investigación podrá orientar a otros centros educativos que emprendan procesos de transformación digital para implementar mejoras en la enseñanza personalizada.

I.1.2. Delimitación del problema

La motivación para realizar la investigación surgió de la preocupación de la investigadora sobre los siguientes aspectos que afectan a su práctica docente en el IES Los Valles:

- Las dificultades de aprendizaje del alumnado de ESO y Bachillerato en la materia de Matemáticas requieren del desarrollo de proyectos de innovación que potencien la competencia Matemática.
- La heterogeneidad de los grupos de alumnos con relación a capacidades, ritmos de aprendizaje, rendimiento o intereses hace necesario atender adecuadamente a esas

características mediante la personalización del aprendizaje y la extensión de los espacios para enseñar y aprender.

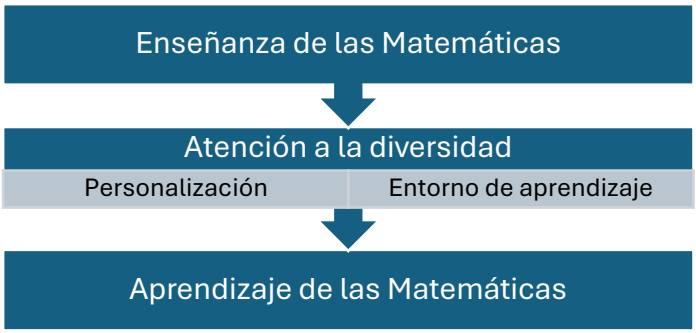
- La falta de autonomía del alumnado en el aprendizaje de las matemáticas, especialmente en niveles de bachillerato impulsa la exploración de estrategias apoyadas por tecnologías para abordar esta problemática.
- La insuficiente competencia digital del alumnado y profesorado, así como la falta de medidas institucionales que potencien el desarrollo de esta competencia frena iniciativas de innovación tecnológica que pueden contribuir a mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje en el centro educativo.

La forma por la que se ha optado para abordar el problema pasa por investigar cómo diseñar e implementar procesos de innovación en el IES Los Valles que complementen la enseñanza presencial con entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje. Estos entornos deben potenciar la personalización del aprendizaje de las matemáticas y favorecer el aprendizaje autónomo de los estudiantes, lo que lleva a explorar estrategias que integren tecnologías educativas y que permitan mejorar el rendimiento matemático de los estudiantes. Teniendo esto presente, la investigación se centra en la pregunta sobre ¿Cómo pueden los procesos de innovación educativa, que combinan la enseñanza presencial con entornos virtuales, potenciar la personalización y favorecer el aprendizaje autónomo en matemáticas?

Teniendo en cuenta la problemática que motiva la investigación, ésta se centra en dos elementos para la atención a la diversidad (Figura 1): la personalización y el entorno de aprendizaje.

Figura 1

Delimitación del ámbito de investigación



La personalización del aprendizaje se refiere a adaptar el proceso educativo a las necesidades, intereses y habilidades individuales de cada estudiante, lo que puede hacerse mediante el uso de tecnologías educativas que permitan un aprendizaje más flexible y adaptado y un Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) que ofrezca múltiples formas de compromiso, de representación y de acción y expresión (Pastor et al., s.f.). La utilización de plataformas de aprendizaje en línea como Moodle amplía las posibilidades de personalización del aprendizaje, aunque un aprovechamiento más efectivo de las acciones formativas desarrolladas en este tipo de entornos requiere del alumnado un mayor grado de autonomía en el aprendizaje para gestionar tiempo y recursos y completar tareas sin la necesidad de supervisión constante y también del desarrollo de habilidades digitales para manejar con soltura las herramientas de interacción entre estudiantes, docente-estudiante y estudiante-contenido (Moore, 1989). Además, la planificación y gestión de la formación en línea tiene implicaciones para el docente que necesita ser tecnológicamente competente, pedagógicamente innovador, organizacionalmente eficiente, y emocionalmente empático si pretende conseguir experiencias positivas y enriquecedoras para los estudiantes. Sobre los tipos de conocimiento que los docentes necesitan para integrar la tecnología en la enseñanza de manera efectiva, nos podemos fijar en el marco TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge) que describe la interacción entre contenido, pedagogía y tecnología (Mishra y Koehler, 2006).

I.1.3. Justificación

En el contexto de los institutos de enseñanza secundaria, el aumento del uso educativo de entornos virtuales supone un desafío que se reaviva después de las experiencias de enseñanza y aprendizaje en línea precipitadas por la situación de pandemia por coronavirus, en las que no se contó con una adecuada planificación y formación docente previas para abordar la situación.

Los métodos tradicionales de enseñanza de matemáticas en secundaria tienen limitaciones, especialmente en contextos virtuales, donde muchos estudiantes presentan dificultades para comprender conceptos abstractos debido a la falta de estrategias pedagógicas innovadoras adaptadas a ese entorno no presencial. Esta problemática se intensifica al tratarse de entornos donde se requiere que tanto docentes como estudiantes desarrollen su competencia digital para afrontar dificultades con las herramientas tecnológicas.

Actualmente, los centros educativos buscan adaptar sus métodos de enseñanza a las demandas de digitalización mundial. Esto requiere un enfoque que combine tecnología, pedagogía y las necesidades individuales de los estudiantes. Sin una integración adecuada de estos elementos, el aprendizaje de matemáticas, una asignatura que puede resultar desafiante, puede volverse aún más complicado en entornos digitales. Esta situación subraya la necesidad de innovar en estrategias educativas para garantizar que el entorno virtual no solo sea funcional, sino que también fomente un aprendizaje efectivo y motivador.

La presente investigación es viable porque cuenta con acceso a plataformas tecnológicas necesarias para la enseñanza virtual, así como con la disposición de docentes y estudiantes de secundaria para participar en el estudio. Además, existen fuentes teóricas y prácticas sobre innovación pedagógica y uso de tecnologías en educación que sirven de base para el diseño e implementación de estrategias innovadoras en entornos educativos digitales. Es posible contar con la colaboración de docentes y estudiantes de secundaria al situar el

estudio en el centro educativo en el que la investigadora desarrolla su labor como docente y representante institucional. Los recursos y el tiempo requerido están dentro de los márgenes manejables para llevar a cabo una transformación tecnopedagógica a nivel de centro y de área curricular.

En el aspecto educativo, la investigación sobre la implementación de estrategias innovadoras en la enseñanza de matemáticas en entornos virtuales beneficia directamente a los estudiantes al mejorar su comprensión y desempeño en esta asignatura. Además, proporciona a los docentes herramientas y metodologías que enriquecen su práctica pedagógica. Indirectamente, los padres y tutores legales también se ven favorecidos al observar avances en el aprendizaje de sus hijos. A nivel institucional, los resultados contribuyen a fortalecer sus planes académicos adaptándose a las necesidades de la enseñanza digital.

Este estudio también presenta beneficios metodológicos, ya que ofrece un modelo replicable para futuras investigaciones que utilicen enfoques compatibles. A nivel teórico, contribuye al desarrollo del conocimiento sobre métodos de formación en línea en matemáticas y en el ámbito práctico, proporciona recursos y estrategias concretas que los docentes pueden implementar en sus clases virtuales mejorando su preparación para hacer frente a situaciones que puedan, de nuevo, poner en riesgo la educación presencial, aunque sea temporalmente como sucedió por la COVID-19. Además, socialmente la investigación ayuda a cerrar brechas en el acceso a una educación matemática de calidad.

A nivel personal este estudio permite a la investigadora ampliar su conocimiento sobre el uso de herramientas tecnológicas y metodologías innovadoras, fortaleciendo su experiencia en la implementación de estrategias educativas efectivas. Asimismo, el estudio la posiciona en su centro educativo como un referente en el diseño de soluciones prácticas para mejorar la enseñanza en contextos digitales, lo que puede también abrir oportunidades para futuras colaboraciones académicas y profesionales.

I.2. Objetivos de investigación

I.2.1. Objetivo general

El objetivo general de la investigación es aplicar estrategias innovadoras en el instituto de enseñanza secundaria Los Valles de Camarzana de Tera que fomenten la autonomía del alumnado y la personalización del aprendizaje a través del uso de tecnologías conversacionales y entornos virtuales para mejorar los procesos pedagógicos en matemáticas.

I.2.2. Objetivos específicos

Los objetivos específicos de la investigación son los siguientes:

1. Identificar las principales problemáticas en matemáticas en el instituto de enseñanza secundaria Los Valles para diseñar propuestas pedagógicas efectivas.
2. Planificar la intervención en el centro educativo con el alumnado y los docentes para implementar un enfoque de enseñanza híbrido, que fomente el aprendizaje autónomo y la participación de los estudiantes en su propio proceso de aprendizaje.
3. Analizar el uso de herramientas tecnológicas que permitan la personalización del aprendizaje en matemáticas mediante el acceso del alumnado a contenidos matemáticos según sus necesidades formativas y la resolución de problemas de manera autónoma.
4. Proponer actividades formativas para capacitar a los docentes en el uso pedagógico de tecnologías educativas que favorezcan la creación de entornos de aprendizaje flexibles.
5. Evaluar la integración tecnológica en el centro educativo para facilitar los procesos de innovación en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.

II. Antecedentes y marco teórico

Este capítulo tiene como propósito fundamentar teóricamente la investigación, abordando los principales conceptos, enfoques y estudios previos relacionados con la innovación educativa, la enseñanza de las matemáticas y el uso de chatbot e inteligencia artificial y de entornos virtuales.

En primer lugar, la revisión de antecedentes y estudios previos permitirá identificar experiencias relevantes, enfoques metodológicos utilizados y resultados alcanzados, lo cual servirá de base para el desarrollo de la presente investigación.

En segundo lugar, se examinan los principios de la innovación en el ámbito educativo, entendida como un proceso de transformación que busca mejorar la enseñanza mediante nuevas metodologías, tecnologías y enfoques.

En tercer lugar, se abordan las particularidades de la enseñanza de las matemáticas, haciendo énfasis en los retos que implica su enseñanza y en la necesidad de aplicar recursos innovadores que favorezcan la comprensión de conceptos abstractos.

En cuarto lugar, se trata la incorporación de la inteligencia artificial (IA) en entornos educativos, a través de chatbots, abriendo nuevas posibilidades para el aprendizaje personalizado y favoreciendo un proceso formativo más flexible y autónomo.

Finalmente, se analiza el papel de los entornos virtuales en la educación, con especial atención a la plataforma Moodle y su integración en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

II.1. Antecedentes

II.1.1. PISA 2022

El Programa para la Evaluación Internacional de los Estudiantes con acrónimo PISA por sus siglas en inglés (Programme for International Student Assessment) lleva ocho ciclos transcurridos desde 2000 a 2022, con periodicidad de tres años, salvo PISA 2022 que se retrasó un año debido a la COVID-19. Los estudios de PISA se llevan a cabo por la Organización para

la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE] y las evaluaciones de 2003, 2012 y 2022, consideran las matemáticas como dominio principal de evaluación, permitiendo una comparación de resultados a lo largo del tiempo. Se mantiene en los estudios una estructura de evaluación que mide no sólo la capacidad de los estudiantes para reproducir conocimientos, sino también su habilidad para aplicarlos en diferentes contextos y resolver problemas prácticos. Los marcos conceptuales de matemáticas han evolucionado, incorporando el pensamiento computacional y habilidades del siglo XXI que reflejan los cambios tecnológicos y las nuevas demandas educativas (Marañón Marañón y González-García, 2021).

Objetivos. El objetivo general de PISA 2022 al igual que los estudios predecesores es evaluar los conocimientos y habilidades de los estudiantes de 15 años en lectura, matemáticas y ciencias, pero en cada ciclo de evaluación PISA los objetivos específicos tienen en cuenta los contextos del momento y ponen énfasis en alguna de las áreas de conocimiento. En el caso de la evaluación PISA 2022 se enfoca en matemáticas y analiza el impacto de la pandemia de COVID-19 en el aprendizaje, la equidad y el bienestar de los estudiantes. También se examinan habilidades como la resiliencia, la autoeficacia y la motivación para aprender en un contexto de disrupción global, se introduce el pensamiento creativo como competencia clave a evaluar y se explora la alfabetización financiera, evaluando la capacidad de los estudiantes para tomar decisiones financieras y comprender conceptos económicos básicos (OCDE, 2023a).

Metodología. La metodología del estudio PISA 2022 combina pruebas cognitivas adaptativas por computadora (CAT), que ajustan la dificultad según las respuestas y sustituye a las pruebas en papel de los ciclos anteriores, con cuestionarios de contexto para analizar factores socioeconómicos y escolares. La muestra incluye estudiantes de 15 años seleccionados de forma representativa en cada país participante, unos 690 000 estudiantes de 81 economías miembros y asociadas de la OCDE. En España, la muestra representativa de PISA 2022 es de 30 800 estudiantes que representan a una población de 459 029 (Ministerio de Educación, FP

y Deportes, 2023). Se realizan estudios piloto y análisis de funcionamiento diferencial de los ítems para asegurar la validez y fiabilidad de las pruebas en distintos contextos culturales y lingüísticos y los datos se procesan mediante modelos de Teoría de Respuesta al Ítem (IRT) y valores plausibles, para garantizar comparaciones internacionales precisas.

Resultados y discusión. Los resultados del informe PISA 2022 (OCDE, 2023b) reflejan cómo, aunque los niveles de rendimiento global disminuyeron, países como Japón, Corea, Lituania y el Taipéi Chino lograron mantener o mejorar el aprendizaje, la equidad en oportunidades y el bienestar de los estudiantes a pesar de la perturbación ocasionada por la pandemia de COVID-19. En matemáticas, de especial interés para esta investigación, destacan positivamente Singapur, Macao (China), China Taipéi, Hong Kong (China), Japón y Corea. Además, de los resultados de la evaluación se extrae que el 69 % de los estudiantes en la OCDE tienen competencia básica en matemáticas, lo que supone alcanzar un nivel 2 de los 6 que se establecen en PISA. Los niveles 5 y 6 correspondientes a un alto rendimiento fueron alcanzados por más del 10 % de los estudiantes en 16 países y menos del 5 % en 42 países y economías. Sobre las tendencias del rendimiento con la influencia de la COVID-19, el informe PISA 2022, muestra una caída histórica desde 2018 de 15 puntos en matemáticas en toda la OCDE mientras que en lectura la caída fue de 10 puntos y en ciencias el rendimiento medio se mantuvo estable, sin embargo, los descensos no pueden atribuirse completamente a la pandemia ya que los puntajes en lectura y ciencias ya caían antes de la pandemia. Con relación a la equidad en la educación, se destacaron brechas de rendimiento por diferencias socioeconómicas, de género y de migración, así en matemáticas obtuvieron en promedio mejores resultados los estudiantes socioeconómicamente favorecidos, los niños en comparación con las niñas y los estudiantes no inmigrantes.

Otros resultados destacados para esta investigación se encuentran en el volumen II de los cinco existentes sobre resultados de PISA 2022 que está dedicado al aprendizaje durante y

después de la disrupción por la COVID-19 (OCDE, 2023c). En ellos se resalta que, a pesar de la crisis sanitaria, los sistemas educativos de 31 países y economías mantuvieron su desempeño en matemáticas desde PISA 2018. Algunos países como Singapur, Japón o Corea que aumentaron incluso el puntaje promedio en matemáticas presentaban características como periodos más cortos de interrupción de las clases presenciales o mayor apoyo para el aprendizaje a distancia y por parte de las familias y docentes. Sobre el impacto del cierre de los centros educativos, el 67 % de los países y economías del estudio PISA 2022 cerraron por más de tres meses y los resultados en matemáticas fueron mejores en países con cierres más cortos, pero globalmente no hay una tendencia clara en el rendimiento en función del tiempo de cierre. En relación con la tecnología, sobre el 75 % de los estudiantes en promedio en los países de la OCDE informaron sobre su confianza en el uso de tecnologías como sistemas de gestión de aprendizaje y plataformas educativas entre otras y se observó una relación positiva entre el uso de la tecnología utilizada para el aprendizaje y el puntaje en matemáticas en 45 de los 81 países y economías participantes, a diferencia del uso de la tecnología para el ocio que se asoció con peores resultados. Además, sobre las dificultades en el aprendizaje remoto cuando las escuelas estaban cerradas, aproximadamente el 50 % de los estudiantes reportaron falta de motivación, el 33 % no entendían las tareas y se generó mayor confianza en el aprendizaje autónomo en escuelas que promovieron actividades de aprendizaje y bienestar. En ese contexto, el apoyo de los docentes tuvo una influencia positiva en el rendimiento en matemáticas en la OCDE, al igual que la participación de los padres en el aprendizaje, a pesar de que esta última disminuyera entre 2018 y 2022.

En España (Ministerio de Educación, Formación Profesional y Deportes, 2023), el rendimiento medio en matemáticas en PISA 2022 fue de 473 puntos, no presentando diferencias estadísticamente significativas ni con el promedio OCDE (472) ni con el total de la Unión Europea (474), aunque lejos de los 575 puntos de Singapur que encabeza la lista de

rendimiento en Matemáticas y también lidera en lengua y ciencias. Por comunidades autónomas de España, Castilla y León obtiene el mejor rendimiento tanto en Matemáticas con 499 puntos, como en lectura (498) y en ciencias (506). La tendencia promedio en España desde 2012 es de caída tanto en matemáticas, como en lectura y ciencias, particularmente en matemáticas en el periodo 2018-2022 se rompe la tendencia de estabilidad desde 2012 produciéndose una bajada significativa en las puntuaciones del último ciclo. Además, la diferencia en puntaje de matemáticas entre estudiantes socioeconómicamente favorecidos y desfavorecidos que determina la brecha socioeconómica se mantiene estable desde 2012 debido a que tanto los estudiantes de nivel socioeconómico bajo como alto descendieron de forma similar en su nivel de rendimiento en matemáticas por lo que la diferencia no cambió significativamente. Tampoco se encontraron en España diferencias significativas en la variación del rendimiento en matemáticas entre el alumnado de peor rendimiento y el resto entre 2018 y 2022.

En la relación de rendimiento y equidad, se analizan las brechas con indicadores de género, inmigración y niveles socioeconómicos. En relación con el género, en España los chicos obtienen en promedio 10 puntos más que las chicas en matemáticas y 5 más en ciencias y las chicas 25 puntos más que los chicos en lectura. En la OCDE, los chicos también superan en matemáticas a las chicas y estas lo hacen en lectura mientras que en ciencias la diferencia de rendimientos entre chicos y chicas no es significativa. Con respecto a la procedencia, el alumnado nativo rinde significativamente mejor en Matemáticas, Lectura y Ciencias que el inmigrante tanto en España como en el promedio de la OCDE y en todos los países de la OCDE y la Unión Europea el alumnado socioeconómicamente favorecido también rinde significativamente mejor que el desfavorecido (Ministerio de Educación, Formación Profesional y Deportes, 2023).

Sobre el bienestar, entendiéndose como la satisfacción de la persona a nivel psicológico, físico, económico y social, se analizan indicadores como la ansiedad ante las matemáticas, el sentido de pertenencia o el acoso escolar. Sobre la ansiedad ante las matemáticas que declara sufrir el alumnado español es mayor (0.37) que en el promedio de la OCDE (0.17). tanto en la OCDE como en España reportan un índice de ansiedad ante las matemáticas significativamente mayor las chicas que los chicos, el alumnado socioeconómicamente desfavorecido y el alumnado inmigrante en menor medida (Ministerio de Educación, Formación Profesional y Deportes, 2023).

Conclusiones. Del informe PISA 2022 se obtienen por una parte recomendaciones que pueden guiar las políticas para mejorar la calidad de los sistemas educativos y hacer que sean resilientes ante interrupciones como las que se produjeron por la pandemia de COVID-19. Así, es fundamental mantener las escuelas abiertas para promover el sentido de pertenencia, fomentar el aprendizaje autónomo con apoyo docente y tecnología, y garantizar bases sólidas de bienestar y aprendizaje. Limitar distracciones digitales, fortalecer la colaboración familia-escuela, retrasar la selección temprana de estudiantes y ofrecer apoyo adicional en lugar de repetición de grado son esenciales para la equidad y el rendimiento. Además, se requiere personal y materiales de alta calidad, considerar las escuelas como espacios de interacción social, y equilibrar la autonomía escolar con mecanismos de calidad educativa (OCDE, 2023c).

Por otra parte, se desprende del informe PISA 2022 que no sólo la pandemia ha influido en la caída global de los resultados en rendimiento académico. También se apunta a otros posibles factores como el uso de los recursos. Aunque es necesario alcanzar un nivel mínimo de inversión por alumno, esto no garantiza la excelencia académica. A partir de un determinado nivel, aumentar los recursos resulta menos efectivo que usarlos de manera eficiente y la forma en que las escuelas de alto rendimiento hacen un mejor uso de los recursos es a través de políticas que potencian una profesión docente atractiva, con posibilidades de desarrollo

profesional, colaboración entre docentes y oportunidades de innovación. También a través de la inversión temprana en educación preescolar y la distribución proporcionada de recursos, destinando más para los estudiantes que más lo necesitan (Ministerio de Educación, Formación Profesional y Deportes, 2023).

Otro aspecto para destacar sobre el uso de las tecnologías digitales para el aprendizaje como smartphones, tabletas u otros dispositivos es el posicionamiento de PISA a este respecto basado en los resultados obtenidos. La recomendación es el uso moderado para el aprendizaje en las escuelas antes que su prohibición total, estableciendo guías para el uso responsable de recursos digitales en la escuela o estableciendo reglas acordadas entre docentes y estudiantes (Ministerio de Educación, Formación Profesional y Deportes, 2023).

II.1.2. ICILS 2023

La Asociación Internacional para la Evaluación del Rendimiento Educativo (IEA) realiza estudios internacionales sobre educación desde 1959. España participa, a través del Instituto Nacional de Evaluación Educativa (INEE), en el Estudio Internacional sobre la Alfabetización Informática e Informacional (ICILS). En 2023, España forma parte por primera vez de este estudio, cuyos resultados permiten evaluar políticas educativas y los objetivos estratégicos de la Unión Europea. El informe español analiza el rendimiento en competencia digital, factores sociodemográficos y el acceso a herramientas tecnológicas o el uso de las TIC en un centro educativo (Ministerio de Educación, Formación Profesional y Deportes, 2024)

Objetivos. El Estudio Internacional sobre Competencia Digital (ICILS 2023) tiene como finalidad evaluar hasta qué punto el alumnado de 8.º grado (2.º de la ESO en España) está preparado para desenvolverse en un entorno digitalizado. Para ello, se propone identificar las variaciones en competencia digital (CD) y pensamiento computacional (PC) entre y dentro de los países; analizar cómo la enseñanza de CD y PC se relaciona con las características de los sistemas educativos y centros (recursos TIC, formación del profesorado, liderazgo

escolar…); comparar la evolución de estas competencias desde las ediciones de 2013 y 2018; examinar la influencia de factores personales y sociales; explorar la asociación entre acceso/familiaridad con ordenadores y rendimiento real; y estudiar la correlación entre CD y PC y su cambio desde 2018. Además, ICILS 2023 incorpora un módulo sobre el uso de ChatGPT en los centros y otro para valorar el impacto de la COVID-19 en los procesos educativos.

Metodología. La población objetivo del estudio está constituida por estudiantes de 13,5 años, de edad media, en 2.º de la ESO. España seleccionó una muestra nacional aleatoria de 508 centros, 11799 alumnos y 6247 docentes, garantizando representatividad al 95 %. La evaluación se sustenta en una prueba cognitiva compuesta por siete módulos, cuatro de ellos para comparabilidad con ediciones anteriores y tres nuevos, y cada estudiante completa dos de forma aleatoria, con un tiempo máximo de 30 minutos por módulo. Los ítems incluyen elección múltiple, respuesta abierta y tareas largas en entornos simulados de software/web. También, se administran cuestionarios de contexto al alumnado con 27 ítems sobre uso de TIC y actitudes, al profesorado, coordinadores TIC y equipos directivos con 19-24 ítems sobre recursos, prácticas y políticas internas, así como una encuesta de contexto nacional a un centro coordinador. Todas las fases del estudio piloto y del principal se llevaron a cabo con formación y herramientas de la IEA para garantizar la calidad y comparabilidad de los datos.

Resultados. En la escala de competencia digital (media ICILS 2013 = 500, $\sigma = 100$), España obtuvo 495 puntos, situándose 2 puntos por encima de la media de los 22 países de la UE participantes (493) y 19 puntos por encima del promedio internacional del estudio (476). La distribución por niveles muestra que un porcentaje mayor de estudiantes españoles alcanza los niveles medio y alto, mientras que el nivel bajo es similar al promedio europeo. La variabilidad interna, medida por el rango intercuartílico, es relativamente reducida, concentrando la mayor parte de los alumnos en torno a la mediana, aunque con un sesgo que

aleja más de la mediana a los de menor rendimiento que a los de mayor rendimiento. Entre los factores de contexto, el acceso a ordenador en casa se asocia positivamente con el rendimiento con la brecha en España menor que la media europea, y se confirman brechas en función del género con mayor rendimiento femenino y del nivel socioeconómico en el que los estudiantes procedentes de contextos socioeconómicos más desfavorecidos tienen un rendimiento menor que los de nivel socioeconómico alto.

Conclusiones. El informe evidencia que, si bien España presenta un nivel de competencia digital ligeramente superior al promedio europeo, existe aún un porcentaje notable de estudiantes con bajo rendimiento, lo que exige intervenciones focalizadas. Es esencial asegurar acceso a dispositivos y conectividad tanto en el hogar como en el centro escolar para reducir las brechas y elevar el nivel general de CD. Asimismo, resulta clave alinear la formación docente, los recursos TIC y el liderazgo tecnológico de los centros y las metodologías activas para reforzar la competencia digital. Los resultados proporcionan una base empírica sólida para diseñar políticas y planes educativos que contribuyan a alcanzar los objetivos estratégicos de la UE, como reducir al 15 % el alumnado con bajo rendimiento en CD para 2030, y para continuar indagando en áreas como el pensamiento computacional y el uso de herramientas de IA en el aprendizaje.

II.1.3. Chatbots en educación

El artículo de Labadze et al. (2023) ofrece una revisión sistemática de la literatura sobre el uso de chatbots, con especial énfasis en estudios basados en modelos avanzados de generación de lenguaje.

Objetivos. El propósito del estudio es sintetizar estudios empíricos publicados entre 2018-2023 sobre chatbots en educación con especial atención a los modelos generativos de lenguaje avanzado para identificar las principales ventajas y aportes que los chatbots de Inteligencia Artificial (IA) ofrecen desde la perspectiva del alumnado y del profesorado,

detectar las preocupaciones y riesgos que plantea su uso educativo y señalar las lagunas de investigación existentes para orientar futuros estudios.

Metodología. Se trató de una revisión sistemática que abarcó cuatro bases de datos académicas: ACM Digital Library, Scopus, IEEE Xplore y Google Scholar, usando el término combinado ("Education" OR "Learning" OR "Teaching") AND ("Chatbot" OR "Artificial intelligence" OR "AI" OR "ChatGPT"). Del total inicial de 563 documentos, tras aplicar filtros de criterios de inclusión como revistas académicas, libros o capítulos en inglés, periodo 2018–2023 o centrados en chatbots educativos e IA y criterios de exclusión como actas de congresos, artículos no revisados por pares, tesis doctorales, contenidos no pertinentes, idiomas distintos del inglés, fuera de los límites temporales o sin las áreas temáticas de IA y educación; se depuraron 139 estudios en la criba de títulos, resúmenes y palabras clave, 85 tras evaluación de calidad metodológica y finalmente 67 tras lectura completa del texto. El proceso incluyó la extracción de datos por pares, evaluando protocolos de muestreo de cada estudio, tipos de chatbot, métricas de eficacia y resultados.

Resultados. Desde la perspectiva del alumnado, se identificaron como beneficios principales la asistencia en tareas y estudio, con feedback detallado, resolución paso a paso y autoevaluaciones interactivas; el aprendizaje personalizado, adaptándose al ritmo y estilo de cada estudiante y disponible 24/7; y el desarrollo de habilidades, especialmente escritura, resolución de problemas y colaboración en debates.

Desde la perspectiva del profesorado, los hallazgos clave fueron el ahorro de tiempo en corrección, generación de preguntas y gestión administrativa y la mejora pedagógica, mediante generación de contenidos adaptados a objetivos de aprendizaje y diversificación de actividades.

Sin embargo, los estudios señalaron preocupaciones relevantes sobre fiabilidad y exactitud de las respuestas existiendo riesgo de información sesgada o errónea, integridad

académica con dificultad para distinguir trabajo humano de IA y cuestiones éticas como la privacidad de datos.

Conclusiones. Los autores concluyen que los chatbots de IA ofrecen oportunidades para enriquecer la enseñanza y el aprendizaje, favoreciendo la personalización y la eficiencia. No obstante, subrayan la necesidad de desarrollar marcos éticos y normativos para garantizar la calidad de la información, proteger la privacidad y preservar la integridad académica. Finalmente, destacan la necesidad de investigaciones futuras que exploren impactos a largo plazo, estrategias para optimizar su integración en el sistema educativo o cuestiones éticas.

II.1.4. SELFIE

En el marco de la estrategia de la Comisión Europea para impulsar la transformación digital de las escuelas, Costa et al. (2021) llevaron a cabo un análisis psicométrico del cuestionario de Autorreflexión sobre el Aprendizaje Efectivo fomentando la Innovación mediante Tecnologías Educativas (SELFIE). Esta herramienta de autoevaluación permite a los centros valorar su capacidad digital y los autores ofrecieron evidencia de que SELFIE es un instrumento válido y fiable para orientar los planes de mejora en el uso educativo de la tecnología comprobando el cumplimiento de los criterios de Antoniou et al. (2016) para la autoevaluación efectiva: se fundamenta en un marco teórico, en este caso en el Marco Europeo de Organizaciones Educativas Digitalmente Competentes (DigCompOrg), recoge las opiniones de todos los grupos de interés y ofrece datos útiles para la toma de decisiones en distintos niveles.

Objetivo. El estudio de Costa et al. (2021 pretende evaluar la fiabilidad, validez de constructo y calidad de los ítems del cuestionario SELFIE para garantizar que las autoevaluaciones de centros sobre su capacidad digital sean precisas y útiles para tomar decisiones reflejando las fortalezas y áreas de mejora en el uso de la tecnología educativa.

Metodología. Se aplicaron técnicas de Teoría de Respuesta al Ítem (TRI) para estimar los parámetros de discriminación y dificultad de cada ítem del cuestionario. La fiabilidad interna se calculó mediante los coeficientes Cronbach's α y Omega, obteniendo valores que indican consistencia en las respuestas de los centros. Además, se llevó a cabo un Análisis Confirmatorio de Factores (CFA) para comprobar la validez de constructo de la estructura subyacente a las dimensiones que el cuestionario pretende medir. El análisis incluyó datos recogidos a través de la plataforma SELFIE en una muestra amplia y heterogénea de escuelas europeas, siguiendo los protocolos de la Comisión Europea.

Resultados. Los ítems mostraron parámetros de discriminación adecuados, capaces de distinguir distintos niveles de capacidad digital entre los centros, y una distribución de dificultad alineada con los objetivos de cada dimensión. Los coeficientes de fiabilidad interna α y Omega resultaron elevados, lo que respalda la consistencia interna de las escalas. El modelo factorial propuesto encajó con los datos observados, confirmando que las dimensiones teóricas de SELFIE representan la realidad observada.

Conclusiones. El cuestionario SELFIE se revela como un instrumento válido y fiable para la autoevaluación digital de los centros educativos de forma autónoma y fundamentada. Sus propiedades psicométricas permiten generar informes precisos que guían la toma de decisiones y la planificación de mejoras en el uso de la tecnología. Los autores recomiendan revisar los ítems con menor poder discriminativo y explorar la validez predictiva del cuestionario, evaluando la relación entre los resultados de SELFIE y el progreso real en competencias digitales de profesorado y alumnado.

II.1.5. Competencia digital docente

En la actualidad, la creciente digitalización de la sociedad plantea retos al ámbito educativo. La formación del profesorado es esencial para garantizar que los docentes no solo dominen las herramientas digitales, sino que sean capaces de integrarlas de manera crítica,

creativa y pedagógicamente adecuada en los procesos de enseñanza y aprendizaje. En este contexto, la competencia digital docente [CDD] se configura como una de las dimensiones esenciales de la profesionalización del profesorado, influyendo directamente en la calidad educativa y en la capacidad de las instituciones para responder a las demandas de la era digital.

El artículo de Martín-Párraga et al. (2022) aborda esta temática mediante un análisis de los principales marcos de referencia desarrollados a nivel internacional y nacional para la evaluación de la CDD, así como de los instrumentos de diagnóstico diseñados para medirla.

Objetivo. El estudio busca analizar los principales marcos de referencia sobre la competencia digital docente [CDD] y revisar los instrumentos de evaluación y diagnóstico del nivel competencial del profesorado.

Metodología. Se llevó a cabo una revisión teórica y análisis documental de los marcos competenciales más relevantes tanto en el ámbito internacional como nacional que guían la formación digital del profesorado como DigCompEdu, INTEF, UNESCO, entre otros. También se describen los instrumentos más empleados para la evaluación y diagnóstico de la CDD, valorando su pertinencia y aplicaciones en contextos formativos.

Resultados. Martín-Párraga et al. (2022) destacan que los marcos teóricos analizados aportan una estructura clara para comprender y organizar la competencia digital docente en diferentes dimensiones: pedagógica, profesional o para el desarrollo de la competencia digital del alumnado. También se apunta a que los instrumentos de evaluación resultan imprescindibles para identificar el nivel de competencia digital docente y orientar planes de formación continua y señalan la necesidad de actualización y adaptación de estos marcos e instrumentos, de forma que respondan a la rapidez con que evolucionan las tecnologías educativas.

Conclusiones. El estudio subraya la importancia de fortalecer la competencia digital docente como un elemento esencial en la educación del siglo XXI. Para ello, es fundamental

diagnosticar el nivel competencial real del profesorado mediante instrumentos válidos y fiables, utilizar los marcos de referencia como guías para orientar procesos de formación y mejora continua y promover una alfabetización digital de calidad, que permita a los docentes integrar las tecnologías para impulsar innovaciones pedagógicas.

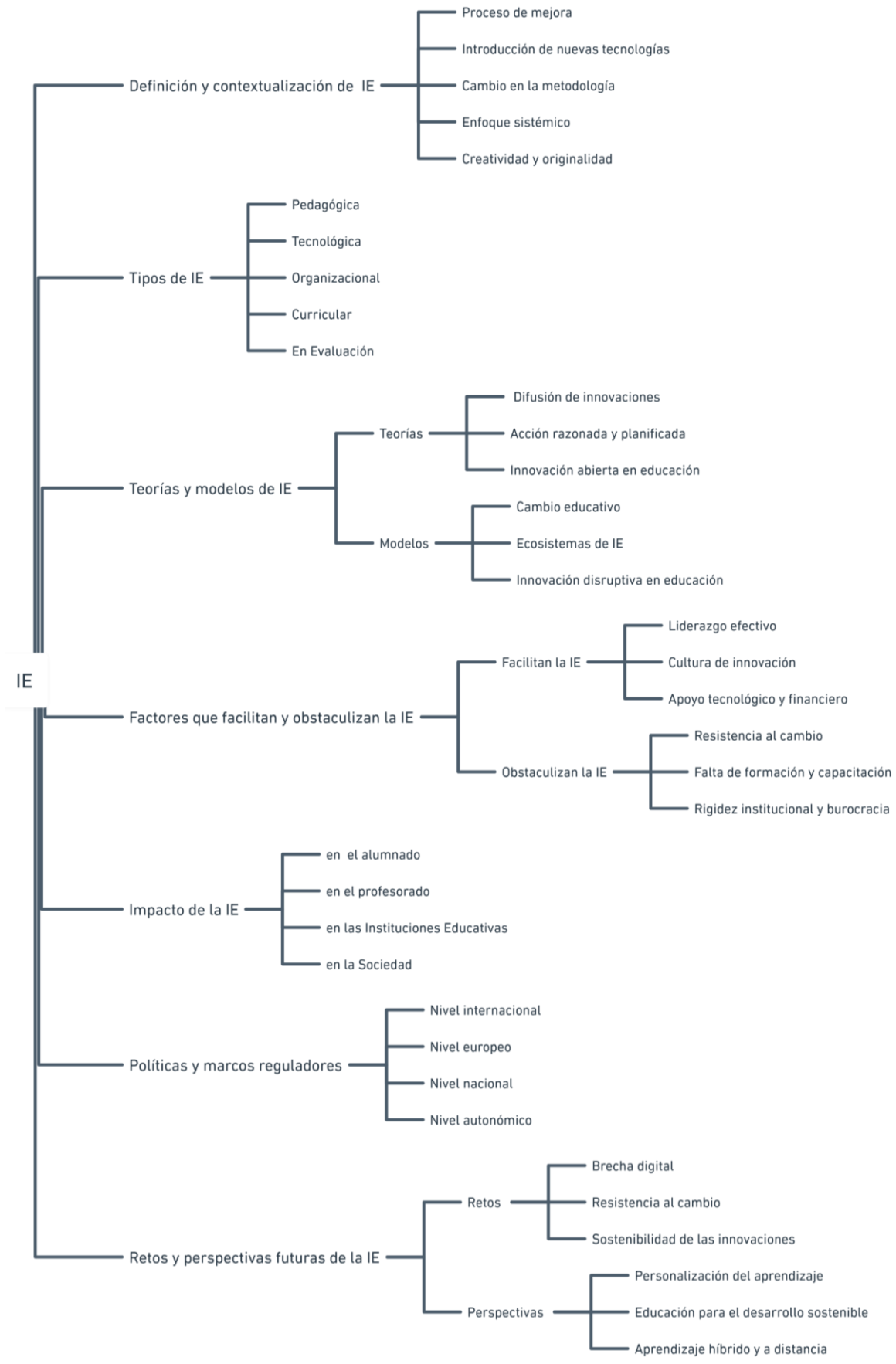
II.2. Bases teóricas

II.2.1. Innovación educativa (IE)

Sobre innovación educativa (IE) se abordan los aspectos de la Figura 2.

Figura 2

Esquema sobre innovación educativa [IE]



Nota. Gráfico de elaboración propia

Definición y contextualización de IE. La innovación educativa es un concepto que implica la implementación de cambios significativos en las prácticas pedagógicas y estructuras del sistema educativo con el objetivo de mejorar la calidad de la enseñanza y el aprendizaje y adaptarse a las demandas sociales y tecnológicas contemporáneas. A lo largo del tiempo, este concepto ha sido abordado desde diversas perspectivas, cada una subrayando diferentes aspectos clave de lo que constituye la innovación en el ámbito educativo.

IE como proceso de mejora. Una perspectiva tradicional define la innovación educativa como un proceso continuo de mejora en las prácticas pedagógicas, curriculares y organizacionales, cuyo objetivo es elevar la calidad del proceso educativo. Hargreaves y Shirley (2009) subrayan que la innovación debe estar orientada hacia el desarrollo sostenible de la educación, fomentando cambios profundos y duraderos que beneficien a todos los actores involucrados. En la misma línea, Fullan (2015) enfatiza que la innovación educativa no es un acontecimiento aislado, sino un esfuerzo sistemático y sostenido para enfrentar los desafíos dentro de un sistema educativo en constante evolución.

IE como introducción de nuevas tecnologías. Otra perspectiva central es la que asocia la innovación educativa con la incorporación de nuevas tecnologías en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Selwyn (2021) destaca cómo la tecnología educativa puede transformar la enseñanza tradicional, permitiendo nuevas formas de interacción y colaboración tanto dentro como fuera del aula. En el mismo sentido, Bates (2015) argumenta que la tecnología no solo actúa como un recurso didáctico, sino que reconfigura las dinámicas educativas, facilitando un aprendizaje más interactivo, personalizado y accesible.

IE como cambio en la metodología. Desde otra perspectiva, la innovación educativa se concibe como la adopción de nuevas metodologías pedagógicas que buscan responder a las necesidades individuales de los estudiantes y fomentar un aprendizaje más profundo y significativo. Barr y Tagg (1995) subrayan la importancia de este cambio metodológico, al

pasar de un modelo de enseñanza centrado en la instrucción a un modelo centrado en el aprendizaje. Por otro lado, Johnson et al. (2015) destacan que estas metodologías, como por ejemplo el aprendizaje basado en proyectos o el aula invertida, no solo mejoran la eficacia del aprendizaje, sino que también preparan a los estudiantes para enfrentar los desafíos del mundo moderno.

IE como enfoque sistémico. Algunos autores abogan por una comprensión de la innovación educativa como un enfoque sistémico, que considera la transformación de todos los componentes del sistema educativo, desde la formación del profesorado hasta la gestión institucional y las políticas educativas. Reigeluth y Carr-Chellman (2009) proponen que la innovación educativa debe ser abordada de manera integral, para asegurar que todos los elementos del sistema contribuyan al éxito de las reformas. De manera similar, Sahlberg (2011) argumenta que las innovaciones educativas más efectivas son aquellas que involucran a toda la comunidad educativa en un proceso de cambio colectivo y colaborativo.

IE como creatividad y originalidad. La innovación educativa también se entiende como la capacidad de generar ideas originales y creativas que resultan en prácticas pedagógicas novedosas y efectivas, desafiando las normas establecidas. Craft (2005) sostiene que la innovación es un acto creativo que impulsa a los educadores a explorar nuevas posibilidades y desarrollar prácticas que puedan tener un impacto duradero en el aprendizaje. También, Robinson (2011) destaca la importancia de fomentar un entorno educativo que valore y promueva la creatividad, permitiendo que tanto docentes como estudiantes sean innovadores en su enfoque hacia la educación.

Estas perspectivas sobre la innovación educativa ofrecen una visión amplia y comprensiva del concepto, permitiendo abordar su estudio desde múltiples ángulos. Se podría decir que todas ellas comparten el mismo punto de partida, al considerar la innovación

educativa como un proceso que implica mejoras asociadas a cambios en diferentes elementos educativos.

Esta investigación está alineada fundamentalmente con un enfoque sistémico de la innovación educativa porque persigue transformar un centro educativo de forma integral para que la mejora de la enseñanza y el aprendizaje perdure en el tiempo.

Tipos de innovación educativa. Diferentes autores han clasificado las innovaciones educativas en varias categorías, que varían según el enfoque, el alcance y el impacto de las innovaciones. A continuación, se describen algunos de los tipos más reconocidos de innovación educativa.

Innovación pedagógica. La innovación pedagógica se refiere a cambios en las prácticas de enseñanza que buscan mejorar la calidad del aprendizaje de los estudiantes. Mishra y Koehler (2006) presentan el marco de conocimiento tecnológico pedagógico del contenido (TPCK), que integra la tecnología en la pedagogía y el contenido, destacando la importancia de que los docentes dominen la interacción entre estos tres elementos para innovar en la enseñanza. La relación entre tecnología y pedagogía también es estudiada por Laurillard (2012). Esta autora ofrece una visión de la enseñanza como una ciencia de diseño, donde los docentes crean ambientes de aprendizaje efectivos mediante el uso de herramientas tecnológicas y estrategias pedagógicas innovadoras. En la misma línea, Paniagua e Istance (2018), en un informe de la OCDE, analizan cómo los docentes actúan como diseñadores de entornos de aprendizaje, subrayando la importancia de pedagogías innovadoras que respondan a las necesidades de los estudiantes del siglo XXI.

Innovación tecnológica. La innovación tecnológica se enfoca en la integración de nuevas tecnologías en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Bates (2015) proporciona directrices sobre cómo diseñar la enseñanza en la era digital, explorando el impacto de las tecnologías emergentes en la educación y cómo pueden ser utilizadas para mejorar el

aprendizaje. En su visión, la innovación tecnológica no solo incluiría la adopción de nuevas herramientas digitales, sino también la transformación de los métodos pedagógicos tradicionales para aprovechar al máximo las posibilidades que ofrecen estas tecnologías. Selwyn (2021) discute los principales problemas y debates en la relación entre la educación y la tecnología, proporcionando una visión crítica sobre cómo las tecnologías pueden o no transformar la educación. En el sentido afirmativo, numerosos estudios destacan que las tecnologías como la inteligencia artificial están revolucionando la educación (Álvarez Merelo y Cepeda Morante, 2024; González-González, 2023; Tuomi, 2018; Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO], 2023).

Innovación organizacional. La innovación organizacional se refiere a los cambios en la estructura y los procesos administrativos de las instituciones educativas que buscan mejorar su capacidad para implementar y sostener innovaciones pedagógicas y tecnológicas. Fullan (2015) aborda cómo las instituciones educativas pueden gestionar el cambio de manera efectiva, proporcionando una base sólida para la innovación a través de la reestructuración y el liderazgo transformacional. Anteriormente, Hargreaves y Fink (2005) destacaron la importancia de prácticas de liderazgo para promover la innovación continua en las escuelas sin agotar sus recursos. Además del liderazgo, la OCDE (2016a) proporciona un marco para entender cómo las instituciones pueden adaptarse y transformarse en respuesta a la digitalización, al analizar el papel de las tecnologías digitales y las habilidades necesarias en la educación.

Innovación curricular. La innovación curricular implica la revisión y actualización de los contenidos, métodos y objetivos del currículo educativo para adaptarse a las necesidades cambiantes de la sociedad y los estudiantes. Doll (2004) discute alternativas al enfoque tradicional de Tyler para el diseño curricular, promoviendo un enfoque más flexible y centrado en el estudiante que fomente el pensamiento crítico y la creatividad. Utilizando enfoques que

integran el aprendizaje y la evaluación, Drake et al. (2014) exploran cómo interconectar el currículo con la evaluación en el aula para hacer que el aprendizaje del alumnado sea más relevante y efectivo. Más en la línea de la demanda social que del alumnado, la UNESCO (2021) presenta un informe sobre el futuro de la educación, destacando la necesidad de un contrato social renovado que incluya currículos orientados a la sostenibilidad, la equidad y la justicia social.

Innovación en evaluación. La innovación en evaluación aborda la necesidad de desarrollar nuevas formas de evaluar el aprendizaje de los estudiantes que sean más integrales, justas y relevantes para el contexto actual. Shepard (2000a) analiza cómo las evaluaciones deben ser parte integral de una cultura de aprendizaje, enfocándose en métodos formativos que apoyan el aprendizaje en lugar de simplemente medir el conocimiento. En esa línea, Black y Wiliam (2009) desarrollan la teoría de la evaluación formativa, destacando cómo las evaluaciones continuas y centradas en el alumno pueden mejorar el aprendizaje. La inclusión de los avances tecnológicos en los procesos pedagógicos lleva a algunos autores como Martínez-Comesaña et al. (2023) a explorar las futuras tendencias en evaluación educativa, incluyendo el uso de tecnologías emergentes como la inteligencia artificial.

Estos tipos de innovación educativa destacan la diversidad de enfoques y prácticas que están transformando la educación. A través de la integración de nuevas pedagogías, tecnologías, estructuras organizativas, currículos y métodos de evaluación, las instituciones educativas pueden adaptarse mejor a las demandas del siglo XXI. Una innovación educativa con mayor poder de transformación incluiría todos estos tipos. Así las innovaciones integrales supondrían un mayor beneficio para el aprendizaje del alumnado y una mejor adaptación a los cambios sociales. En esta investigación, aunque no se abarcan todos los tipos de innovación anteriormente descritos, si se busca un mayor impacto en el aprendizaje al enfocarse fundamentalmente en la innovación pedagógica, tecnológica y organizacional. Se integran

tecnologías como chatbots en entornos virtuales de enseñanza aprendizaje, por iniciativa de la investigadora también directora del centro educativo y se divulga entre el profesorado con el fin de impulsar prácticas docentes innovadoras que amplíen la atención al alumnado fuera del horario escolar y ahonden en la personalización del aprendizaje para mejorarlo.

Teorías y modelos de IE. Los modelos y teorías que explican cómo se implementan y difunden los cambios en los sistemas educativos ofrecen marcos conceptuales para comprender los procesos de innovación, identificando los factores que facilitan o dificultan su adopción y sostenibilidad. Algunos de los modelos y teorías más influyentes en el campo de la innovación educativa se presentan a continuación.

Teoría de la difusión de innovaciones. La Teoría de la Difusión de Innovaciones, propuesta por Rogers (2003), es uno de los modelos más influyentes para entender cómo las innovaciones se difunden dentro de un sistema social. Según Rogers, la adopción de una innovación sigue una curva en forma de "S", comenzando con un grupo pequeño de adoptadores iniciales y expandiéndose gradualmente a través de la sociedad. Este proceso está influido por factores como las características de la innovación, los canales de comunicación, el tiempo y el contexto social. En el ámbito educativo, esta teoría ayuda a explicar por qué algunas innovaciones pedagógicas o tecnológicas son adoptadas rápidamente, mientras que otras enfrentan resistencia.

Por otro lado, Dearing (2009) amplía esta teoría aplicándola específicamente al contexto educativo, destacando cómo los líderes educativos pueden acelerar la adopción de innovaciones mediante estrategias efectivas de comunicación y liderazgo. Este enfoque es crucial para entender cómo se pueden superar las barreras al cambio en las instituciones educativas.

Teoría de la acción razonada y planificada. La Teoría de la Acción Razonada y Planificada, desarrollada por Ajzen (1991), es un marco teórico que, aunque originalmente

propuesto en el campo de la psicología social, ha sido adaptado para estudiar la innovación educativa. Según esta teoría, la adopción de innovaciones depende de las actitudes individuales hacia el cambio, las normas subjetivas y el control percibido sobre la implementación del cambio. Este modelo es particularmente útil para entender cómo las creencias y percepciones de los docentes y administradores educativos pueden influir en su disposición para adoptar nuevas prácticas.

Fishbein y Ajzen (2010) expanden esta teoría, destacando la importancia del contexto social y organizacional en la adopción de innovaciones. En el ámbito educativo, esto significa que las innovaciones no solo deben ser técnicamente viables, sino también socialmente aceptables y apoyadas por una cultura organizacional que promueva el cambio.

Teoría de la innovación abierta en educación. La Innovación Abierta es otro concepto que ha sido adaptado al contexto educativo. Propuesto originalmente por Chesbrough (2003) en el ámbito empresarial, la innovación abierta en educación se refiere a la idea de que las instituciones educativas deben colaborar con una amplia variedad de actores externos (otras instituciones, empresas, gobiernos, y la comunidad) para generar y compartir conocimientos e innovaciones. Esta teoría subraya la importancia de la colaboración, el intercambio de ideas y recursos, y la creación conjunta de soluciones innovadoras que beneficien a todos los participantes en el sistema educativo.

En el ámbito educativo, Ehlers y Schneckenberg (2010) han aplicado esta teoría para explicar cómo las instituciones pueden beneficiarse al abrirse a nuevas ideas y tecnologías provenientes del exterior, facilitando un entorno de aprendizaje más dinámico y adaptativo. Este enfoque es especialmente relevante en el contexto actual, donde la globalización y las tecnologías digitales han reducido las barreras a la colaboración y la innovación.

Modelo de cambio educativo. Hargreaves y Shirley (2009) proponen el concepto de la "cuarta vía" en la reforma educativa, que enfatiza la importancia de una colaboración profunda

y la construcción de una cultura de innovación dentro de las escuelas. Este enfoque holístico reconoce la necesidad de integrar el cambio a todos los niveles del sistema educativo para lograr una innovación sostenible. Esto está en consonancia con el modelo propuesto por el estudioso del cambio educativo, Michael Fullan, centrado en la complejidad del proceso de implementación de innovaciones dentro de las instituciones educativas. Fullan (2015) subraya que el cambio no es un proceso lineal, sino que implica una serie de fases interconectadas que incluyen la iniciación, implementación y sostenibilidad del cambio. La clave del éxito, según Fullan, radica en el compromiso de los docentes, el liderazgo efectivo, y un enfoque en la mejora continua.

Modelo de los ecosistemas de IE. El modelo de los Ecosistemas de Innovación Educativa, propuesto por Bates y Sangrà (2011), sugiere que la innovación educativa debe ser entendida como parte de un ecosistema más amplio, donde múltiples actores (docentes, estudiantes, administradores, legisladores) interactúan y coevolucionan. Este enfoque subraya la interdependencia entre los diferentes elementos del sistema educativo y la necesidad de un enfoque integrado para el cambio. Bates (2015) argumenta que la sostenibilidad de las innovaciones depende de la capacidad del sistema para adaptarse y evolucionar en respuesta a las necesidades cambiantes.

Modelo de innovación disruptiva en educación. El concepto de Innovación Disruptiva ha sido adaptado al campo educativo, originalmente desarrollado por Clayton Christensen y sus colegas en el ámbito empresarial. Según Christensen et al. (2008), la innovación disruptiva en educación se refiere a la introducción de tecnologías o métodos que transforman radicalmente la educación tradicional, haciéndola más accesible y personalizada. Este modelo sugiere que las innovaciones disruptivas tienden a comenzar en nichos de mercado desatendidos o en modelos alternativos de educación, como la educación en línea o el aprendizaje híbrido, y luego se expanden para impactar a todo el sistema educativo.

Horn y Staker (2015) han ampliado este modelo, aplicándolo a la educación K-12 y la educación superior, mostrando cómo la tecnología puede permitir modelos de aprendizaje más personalizados, que se adapten mejor a las necesidades individuales de los estudiantes. Este enfoque resalta la importancia de no solo mejorar los métodos existentes, sino de crear nuevas maneras de enseñar y aprender que puedan cambiar fundamentalmente la estructura del sistema educativo.

Estos modelos y teorías permiten analizar y fomentar la innovación en contextos educativos al aportar diferentes perspectivas sobre cómo se implementan, difunden y sostienen las innovaciones dentro de los sistemas educativos. En el contexto de esta investigación, la implementación de chatbots se alinea bien con el modelo de los ecosistemas de innovación educativa ya que los chatbots no funcionan de forma aislada, sino que actúan dentro de un ecosistema de herramientas tecnológicas, docentes y estrategias pedagógicas, facilitando la interacción entre el alumnado y los contenidos. Así, los chatbots permiten un flujo constante de retroalimentación usuario-sistema, posibilitando la mejora del proceso de aprendizaje y colaborando con otros actores del ecosistema. Además, los entornos virtuales, deben integrarse de manera que respondan a las necesidades específicas de los estudiantes y profesores, y evolucionar conforme cambien las condiciones.

Las perspectivas futuras de esta investigación también encajan en la teoría de difusión de innovaciones de Rogers. El uso de chatbots integrados para niveles de educación secundaria empieza con un pequeño grupo de innovadores y adoptantes tempranos, y, si se percibe como útil, se difundirá de manera más amplia, al igual que sucedió con los entornos virtuales de enseñanza aprendizaje que durante la pandemia de COVID-19-19 se adoptaron en secundaria masivamente como respuesta a la interrupción temporal de la enseñanza presencial. La situación vivida entonces aumentó la percepción de utilidad de estos espacios virtuales y la necesidad de mejorar la competencia digital de docentes y estudiantes, así como la de instaurar

o asentar planes de digitalización en los centros educativos. Todo ello contribuye a la difusión de la tecnología y a la prolongación de su uso.

También, la teoría de la innovación disruptiva permite apreciar cómo los chatbots tienen el potencial de ser una innovación disruptiva al automatizar ciertas tareas de los docentes (como la atención a preguntas frecuentes o la retroalimentación automática) y permitir que el profesor se centre en otros aspectos más complejos de la enseñanza. Al hacer más eficientes algunos procesos, los chatbots pueden cambiar de manera significativa la dinámica en el aula. Su uso introduce nuevas formas de interacción y soporte en el aprendizaje que no eran posibles anteriormente y si su adopción se expande y su uso optimiza la educación, podrían modificar de manera disruptiva las prácticas docentes, ofreciendo personalización masiva y aprendizaje adaptativo.

En el contexto de esta investigación también tiene cabida el modelo de cambio educativo enfocado en los procesos de implementación del cambio dentro de las instituciones educativas. Es relevante para el análisis de la adopción en los centros educativos de innovaciones como los chatbot y su integración tecnológica en los entornos virtuales, aunque la etapa contemplada en la investigación sea inicial y exploratoria, previa a una implantación futura más generalizada en todo el centro educativo. Más centrada en las motivaciones individuales para aceptar o rechazar innovaciones, la teoría de la acción razonada y planificada es relevante para comprender las intenciones y comportamientos de los estudiantes en la adopción de nuevas tecnologías, sin embargo, en este caso sería necesario un estudio prolongado en el tiempo para saber si esas intenciones previas se llevan a la práctica y si la aceptación o rechazo de la tecnología es o no puntual y pasajera. Así mismo la teoría de la innovación abierta en educación basada en el intercambio de ideas y recursos entre instituciones para fomentar la innovación explicaría más el uso de chatbots como ChatGPT u otros implantados desde la administración educativa central de cada comunidad autónoma en

todas las aulas virtuales de los institutos de enseñanza secundaria que la aplicación de un chatbot en un centro educativo en concreto.

Factores que facilitan y obstaculizan la IE. El éxito o fracaso de la implementación de innovaciones en el ámbito educativo no solo depende de la calidad de las ideas o las tecnologías introducidas, sino también de una serie de factores contextuales y organizacionales que pueden facilitar o, por el contrario, obstaculizar el proceso de cambio. Diversos factores en los dos sentidos que influyen en la innovación educativa son respaldados por la literatura académica.

Factores que facilitan la IE. Uno de los factores que influyen en la facilitación de la innovación educativa es el liderazgo efectivo. Según Fullan (2014), los líderes educativos que promueven una visión clara y compartida del cambio, y que apoyan a su equipo en el proceso de implementación, son clave para el éxito de cualquier innovación. Estos líderes no solo deben ser visionarios, sino también capaces de construir un entorno de confianza y colaboración.

Por otro lado, Leithwood y Jantzi (2006) destacan que el liderazgo distribuido, donde la responsabilidad del cambio es compartida entre múltiples actores dentro de la institución, también puede ser una estrategia efectiva para facilitar la innovación. Este tipo de liderazgo fomenta la participación de todos los miembros de la comunidad educativa, aumentando la aceptación y la sostenibilidad de las innovaciones. También Lin (2022) explora cómo el liderazgo distribuido puede fomentar la innovación a nivel de escuela, resaltando la importancia de la colaboración y la autonomía de los docentes para impulsar el cambio. Este enfoque es particularmente efectivo en entornos educativos complejos, donde la participación de todos los miembros de la comunidad escolar es esencial para la sostenibilidad de la innovación.

Otro factor es la existencia de una cultura de innovación dentro de la institución educativa. Senge et al. (2000) introduce el concepto de la “organización que aprende”, donde

la innovación es parte integral del funcionamiento cotidiano de la institución. En tales organizaciones, el aprendizaje y la innovación son procesos continuos que involucran a todos los miembros de la comunidad educativa, desde los directivos hasta los estudiantes.

Asimismo, Bates y Sangrà (2011) argumentan que las instituciones que promueven una mentalidad abierta al cambio, donde se valora la experimentación y el aprendizaje continuo, están mejor posicionadas para implementar innovaciones de manera exitosa. Esta cultura se caracteriza por un ambiente de apoyo, donde el fracaso es visto como una oportunidad para aprender y mejorar. En esa línea, MacGilchrist et al. (2004) resaltan cómo las comunidades de práctica y el desarrollo profesional continuo son componentes esenciales para mantener un entorno propicio para la innovación.

El apoyo de recursos tecnológicos y financieros también juega un papel fundamental en la facilitación de la innovación educativa. Según Cuban y Jandrić (2015), la disponibilidad de tecnología adecuada y actualizada es esencial para implementar nuevas metodologías de enseñanza que dependan de herramientas digitales. Sin embargo, señalan que el apoyo técnico no es suficiente por sí solo; es necesario también contar con formación adecuada para que los docentes puedan utilizar estas herramientas de manera efectiva. Ligado a esto, Fullan y Donnelly (2013) subrayan la importancia del apoyo financiero, destacando que las innovaciones requieren de inversiones iniciales que pueden incluir la adquisición de tecnologías, la formación de docentes y la creación de nuevos materiales pedagógicos. Sin un respaldo financiero sólido, las innovaciones pueden quedarse a medio camino, sin alcanzar su verdadero potencial.

A parte del respaldo continuo en la provisión de tecnologías, Fang et al. (2021) enfatizan la importancia en la capacitación y el desarrollo profesional de los docentes para asegurar que estas herramientas sean utilizadas de manera efectiva en el aula, en consonancia con Cuban y Jandrić (2015).

Factores que obstaculizan la IE. Uno de los obstáculos para la innovación educativa es la resistencia al cambio por parte de los docentes, estudiantes y administradores. Según O'Toole (1995), la resistencia puede originarse en el temor a lo desconocido, la falta de confianza en las nuevas metodologías, o la percepción de que los cambios son impuestos sin suficiente consulta o apoyo. Esta resistencia puede manifestarse de manera abierta, a través de la oposición directa, o de manera más sutil, como la falta de compromiso con la implementación de la innovación.

(Kotter y Schlesinger (2008) identifican varias estrategias para superar esta resistencia, como la educación y la comunicación, la participación en el proceso de cambio, y la provisión de apoyo adecuado. Sin embargo, subrayan que estas estrategias deben ser cuidadosamente diseñadas para abordar las preocupaciones específicas de los actores involucrados. Centrándose en las causas de la resistencia al cambio, Kools y Stoll (2016) señalan la falta de claridad sobre los beneficios de la innovación y el miedo al fracaso. Proponen que un enfoque más inclusivo en la toma de decisiones y la creación de un entorno seguro para la experimentación pueden ayudar a mitigar esta resistencia.

Otro obstáculo relevante es la falta de formación y capacitación adecuada para los docentes y administradores que deben implementar las innovaciones. Guskey (2002) enfatiza que la formación profesional debe ser continua y estar alineada con las necesidades específicas del contexto educativo. No basta con una capacitación inicial; los educadores necesitan apoyo continuo para adaptarse a los cambios y resolver los desafíos que puedan surgir durante la implementación. Según Darling-Hammond et al. (2017), muchas innovaciones fracasan porque los educadores no reciben la preparación necesaria para utilizar nuevas tecnologías o metodologías de manera efectiva. Esto puede resultar en una implementación superficial o incorrecta de las innovaciones, lo que a su vez puede generar frustración y desconfianza hacia el cambio. Con relación a esto, los programas de desarrollo profesional más efectivos según

Darling-Hammond et al. (2020) son aquellos que están integrados en la práctica diaria de los docentes, y que permiten un aprendizaje continuo y colaborativo. Este enfoque asegura que los docentes no solo aprendan nuevas metodologías, sino que también las apliquen de manera efectiva en sus contextos específicos.

También, la rigidez institucional y la burocracia son barreras para la innovación educativa a tener en cuenta. Según Tyack y Cuban (1995), las estructuras burocráticas de las instituciones educativas tienden a resistir el cambio, prefiriendo la estabilidad y la continuidad sobre la innovación. Esta rigidez puede manifestarse en procesos administrativos lentos, falta de flexibilidad en los currículos, y una cultura organizacional que valora más el cumplimiento de las normas que la creatividad y la experimentación. Hargreaves y Fink (2006) señalan que para superar estas barreras es necesario adoptar una "flexibilidad organizada", donde se promueva un equilibrio entre la estructura necesaria para el funcionamiento institucional y la apertura al cambio y la innovación. En ese mismo sentido Azorín y Ainscow (2018) subrayan cómo la flexibilidad organizativa y la capacidad de adaptación son esenciales para enfrentar los desafíos de la innovación. Señalan que las estructuras escolares deben evolucionar hacia formas más flexibles y adaptativas que permitan la experimentación y el cambio continuo.

Tras la consideración de todos los factores anteriores, se puede afirmar que el éxito de la innovación educativa depende en gran medida de la capacidad de las instituciones para maximizar los factores facilitadores y minimizar los obstáculos. Un liderazgo efectivo, una cultura de innovación, un adecuado apoyo tecnológico y financiero y una continua formación del profesorado son fundamentales para facilitar el cambio. Al mismo tiempo, es necesario abordar la resistencia al cambio, la falta de formación y la rigidez institucional para asegurar que las innovaciones no solo se implementen, sino que también se mantengan y evolucionen con el tiempo.

Impacto de la IE. El impacto de la innovación educativa en el sistema educativo se manifiesta en diferentes niveles: en los estudiantes, en los docentes, en las instituciones educativas y en la sociedad en general.

Impacto en el alumnado. Uno de los impactos más estudiados de la innovación educativa es la mejora del rendimiento académico de los estudiantes. La implementación de innovaciones educativas, como el uso de tecnologías digitales, métodos de aprendizaje personalizado y enfoques pedagógicos activos, ha demostrado mejorar el rendimiento académico de los estudiantes. Estas innovaciones permiten adaptar el proceso de enseñanza a las necesidades individuales de los estudiantes, fomentando un aprendizaje más efectivo y significativo. Hattie (2009)**,** en su estudio sobre la visibilidad del aprendizaje, destaca que las innovaciones que hacen el aprendizaje más visible y activo, como la retroalimentación inmediata y las tareas diferenciadas, tienen un alto impacto en el rendimiento académico. Para estudiantes universitarios Chen et al. (2010) encontraron que el uso de tecnologías interactivas y recursos digitales en el aula está positivamente correlacionado con el compromiso y el rendimiento académico de los estudiantes, especialmente en entornos de aprendizaje híbrido o en línea. Así mismo para estos entornos Bernard et al. (2014) analizaron como al implementar estrategias pedagógicas efectivas, el rendimiento del alumnado era equivalente o superior al de entornos presenciales tradicionales.

La innovación educativa también impacta en el desarrollo de habilidades del siglo XXI como la creatividad, la colaboración, el pensamiento crítico y la alfabetización digital. Estas habilidades son esenciales para la adaptación a un entorno laboral y social en constante cambio y se están convirtiendo en un foco central de las reformas educativas a nivel global. Dede (2010) compara diferentes marcos teóricos y enfoques relacionados con las habilidades necesarias para el siglo XXI que incluyen competencias tecnológicas, cognitivas, sociales y emocionales. Relacionado con esto, Voogt et al. (2013) analizan el rol de la tecnología en los

procesos de aprendizaje que fomentan el desarrollo de habilidades del siglo XXI en los estudiantes, preparándolos mejor para los desafíos futuros, pero indican que la implementación de las estrategias de enseñanza necesarias para lograrlo no siempre es la más adecuada. Ahondando en una visión crítica sobre la preparación de los estudiantes en las escuelas para su futuro laboral, Wagner (2008) señala que hay una brecha entre lo que las escuelas enseñan y lo que las empresas requieren en el siglo XXI. Argumenta que la innovación educativa es crucial para desarrollar habilidades como la creatividad y la capacidad de adaptarse a nuevos contextos tecnológicos y sociales.

Impacto en el profesorado. La innovación educativa también tiene un impacto profundo en las prácticas pedagógicas de los docentes. La adopción de nuevas tecnologías y metodologías requiere que los docentes revalúen y modifiquen sus enfoques de enseñanza, lo que puede llevar a una transformación significativa de sus prácticas pedagógicas. Fullan y Langworthy (2014) argumentan que la innovación educativa puede actuar como un catalizador para la "pedagogía profunda", un enfoque de enseñanza que conecta el aprendizaje con la vida real y fomenta una comprensión más profunda y duradera en los estudiantes. Sobre el cambio tecnológico docente Ertmer y Ottenbreit-Leftwich (2010) destacan que la integración de tecnologías educativas cambia la dinámica en el aula, promoviendo un enfoque más centrado en el estudiante y menos dependiente de la enseñanza tradicional basada en el docente.

Las innovaciones educativas también demandan un desarrollo profesional continuo por parte de los docentes. Esto incluye la necesidad de adquirir nuevas competencias digitales, metodologías de enseñanza innovadoras y enfoques para gestionar aulas más dinámicas e interactivas. Guskey (2002) afirma que el desarrollo profesional es esencial para la implementación efectiva de innovaciones educativas, y que los programas de formación deben estar alineados con las necesidades y contextos específicos de los docentes. Insistiendo en estos programas, Desimone y Garet (2015) consideran que el impacto de las innovaciones educativas

en los docentes depende en gran medida de la calidad de los programas de desarrollo profesional, los cuales deben ser sostenibles, continuos y adaptados a las realidades del aula. También Borko (2004) subraya la importancia del desarrollo profesional continuo como un componente clave para la implementación exitosa de la innovación educativa. Sin el apoyo adecuado y la formación en el uso de nuevas herramientas y metodologías, los docentes pueden enfrentar dificultades para integrar innovaciones en su práctica diaria. Con una visión más completa, Korthagen (2017) describe cómo en el desarrollo profesional docente, la conexión con la persona es crucial, de hecho, el aprendizaje docente es fruto de la conexión entre teoría, práctica y persona por lo que es un aprendizaje multidimensional con dimensiones cognitivas, afectivas y motivacionales y multinivel al considerar diferentes niveles sobre el entorno, el comportamiento, las competencias, las creencias, la identidad o la misión como si fueran las capas de una cebolla, símil que utiliza en su modelo de niveles de reflexión.

Impacto en las instituciones educativas. Las innovaciones educativas no solo afectan el aula, sino que también pueden tener un impacto significativo en la gestión y organización de las instituciones educativas. La adopción de tecnologías de gestión educativa, como sistemas de información estudiantil y plataformas de aprendizaje en línea, puede mejorar la eficiencia operativa y la toma de decisiones. Fullan (2015) destaca que la innovación es clave para mejorar la organización y liderazgo dentro de las escuelas, ya que fomenta la creación de comunidades educativas más colaborativas y capaces de adaptarse a cambios. Fullan insiste en que una gestión innovadora debe incluir una visión compartida que comprometa a todos los actores en el proceso educativo. Por otro lado, Bolívar (2019) sugiere que la innovación en la gestión no solo se limita al liderazgo, sino también a la implementación de nuevas herramientas y sistemas de evaluación que permitan monitorear el progreso institucional de manera más eficiente, facilitando la toma de decisiones basada en datos.

Las innovaciones educativas también han llevado a una reconfiguración de los entornos de aprendizaje, tanto físicos como virtuales. Las escuelas y universidades están adoptando espacios más flexibles y colaborativos que facilitan diferentes modalidades de enseñanza y aprendizaje. Christensen et al. (2008) señalan que la innovación disruptiva requiere personalizar los procesos educativos, ofreciendo a los estudiantes oportunidades de aprendizaje más flexibles y adaptadas a sus necesidades individuales. Esta reconfiguración supone una ruptura con los modelos tradicionales de enseñanza, en línea a nivel tecnológico con el fomento de plataformas digitales y materiales interactivos que facilitan la personalización del aprendizaje. Por otro lado, Trilling y Fadel (2009) abogan por la reconfiguración de los entornos educativos no solo mediante la tecnología, sino también a través de un cambio en las metodologías pedagógicas y la colaboración entre estudiantes. Ambos enfoques coinciden en que la innovación es clave para transformar los entornos de aprendizaje, pero difieren en el énfasis que otorgan a la tecnología frente a los métodos pedagógicos.

La innovación educativa también puede fomentar una cultura institucional de innovación, donde tanto docentes como estudiantes se sienten empoderados para experimentar, colaborar y adoptar nuevas ideas. Esta cultura puede convertirse en un motor para la mejora continua y la transformación educativa a largo plazo. En este sentido, Robinson y Aronica (2016) sugieren que las escuelas que logran crear una cultura de innovación son aquellas que no solo adoptan nuevas tecnologías, sino que también repiensan sus estructuras organizativas y pedagógicas para apoyar la creatividad y el aprendizaje continuo. También Drucker (1986), en su revisión sobre innovación organizacional, sostiene que la cultura de innovación en una institución educativa se nutre de un liderazgo que promueve la creatividad, la toma de riesgos calculada y la colaboración entre todos los actores educativos.

Impacto en la sociedad. Las innovaciones educativas, especialmente aquellas relacionadas con las tecnologías digitales, han mejorado el acceso a la educación y han

contribuido a reducir las brechas de equidad. Las plataformas de educación en línea y los recursos educativos abiertos (REA) han democratizado el acceso al conocimiento, permitiendo que más personas accedan a la educación de calidad. Laurillard (2012) argumenta que la tecnología tiene el potencial de hacer que la educación sea más inclusiva y equitativa, aunque también advierte sobre la necesidad de abordar las desigualdades en el acceso a la tecnología para que estos beneficios se realicen plenamente. En ese sentido, Butcher (2015) analiza cómo los REA han reducido las barreras económicas al acceso a los materiales educativos, especialmente en países en desarrollo.

También la innovación educativa juega un papel crucial en preparar a los individuos para participar activamente en la sociedad del conocimiento. La capacidad de aprender de manera autónoma, colaborar en entornos globales y adaptarse a nuevas tecnologías son habilidades esenciales en la economía moderna. Schleicher (2018) enfatiza que la educación debe evolucionar para preparar a los estudiantes no solo para el empleo, sino también para ser ciudadanos activos y responsables en un mundo cada vez más complejo y digitalizado. Centrándose en el aspecto digital, Carretero et al. (2017) subrayan la importancia de la alfabetización digital y las competencias en TIC como elementos clave para la participación en la sociedad del conocimiento, lo que resalta el impacto a largo plazo de la innovación educativa en la sociedad en general. El marco de competencias digitales para los ciudadanos desarrollado por la Comisión Europea DigComp ha tenido varias versiones a lo largo del tiempo desde que en 2013 apareció la primera versión que estableció las bases para las competencias digitales. La versión DigCom 2.2 de 2022 incluye nuevos ejemplos de conocimientos, habilidades y actitudes para adaptarse a los cambios tecnológicos y a las necesidades de la sociedad (Vuorikari et al., 2022)

Políticas y marcos reguladores. Las políticas y marcos regulatorios son fundamentales para el desarrollo y la implementación de la innovación educativa. Estos

proporcionan un marco normativo que guía a las instituciones en la adopción de nuevas prácticas y tecnologías, asegurando que las innovaciones se alineen con objetivos nacionales e internacionales de calidad educativa. A continuación, se presenta un análisis de las políticas y marcos regulatorios a nivel internacional, europeo, nacional y de la comunidad autónoma de Castilla y León, relevantes para esta investigación.

Regulación a nivel internacional. A nivel internacional, los marcos regulatorios en educación están generalmente guiados por organismos como la UNESCO, la OCDE y el Banco Mundial. Estas instituciones establecen directrices y recomendaciones que influyen en las políticas educativas de diferentes países, promoviendo la innovación y la mejora continua de los sistemas educativos.

La Asamblea General de Naciones Unidas (2015) aprueba la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible con 17 objetivos a cumplir. Específicamente en el Objetivo de Desarrollo Sostenible 4 (ODS 4), destaca la importancia de asegurar una educación inclusiva y equitativa de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos. En el informe "Reimagining our Futures Together" (UNESCO, 2021), enfatiza la necesidad de un contrato social renovado para la educación, promoviendo la innovación como una herramienta clave para enfrentar los desafíos y alcanzar objetivos globales.

La OCDE (2016a), a través de su informe "Innovating Education and Educating for Innovation", analiza cómo las políticas educativas pueden fomentar la innovación a través de la educación digital y las competencias del siglo XXI. Este informe proporciona un marco para que los países desarrollen políticas que promuevan la adaptación y la innovación continua en sus sistemas educativos. Además, a través de su informe "Back to the Future of Education" (OCDE, 2020), propone cuatro escenarios para el futuro educativo y analiza cómo las tendencias emergentes y las tecnologías pueden transformar la educación, sugiriendo políticas que fomenten la innovación continua en los sistemas educativos.

El Banco Mundial (2011) ha desarrollado estrategias que promueven la innovación educativa, especialmente en países en desarrollo. Estas políticas se centran en la mejora del acceso a la educación mediante el uso de tecnologías digitales y la reforma de los currículos para incluir habilidades relevantes para el mercado laboral global. A raíz de la pandemia de COVID-19, propone el marco RAPID de prioridades educativas con estrategias para mejorar el aprendizaje y reducir las desigualdades (The World Bank, 2023)

Regulación a nivel europeo. La Unión Europea (UE) ha desarrollado un conjunto de políticas y marcos regulatorios que buscan armonizar y mejorar los sistemas educativos de sus Estados miembros, promoviendo la innovación y la inclusión en la educación.

El Consejo de la Unión Europea (2009), a través del Marco de Educación y Formación 2020 (ET2020), establece objetivos estratégicos para mejorar la calidad y la eficiencia de los sistemas educativos en la UE. Este marco promueve el aprendizaje permanente y la movilidad, la mejora de la calidad y eficacia de la educación, el fomento de la equidad y la cohesión social y aumentar la creatividad y la innovación en todos los niveles educativos. En 2020 la Unión Europea lanzó el Plan de Acción de Educación Digital (2021-2027), que establece una agenda estratégica para apoyar la adaptación de los sistemas educativos a la era digital. Este plan promueve la innovación a través del uso de tecnologías emergentes y el desarrollo de habilidades digitales (Comisión Europea, 2020), en línea con la Estrategia Europea de Educación para el Aprendizaje Permanente, que promueve la innovación educativa a través del aprendizaje continuo y la adaptación de los sistemas educativos a los cambios sociales y tecnológicos.

El Consejo de la Unión Europea (2018), adoptó la Recomendación sobre las Competencias Clave para el Aprendizaje Permanente, que subraya la importancia de desarrollar competencias clave, incluyendo las digitales, para preparar a los ciudadanos europeos para un mundo en constante cambio. Este marco apoya la integración de la innovación

educativa en todos los niveles de la educación. En 2022, adoptó conclusiones sobre la transformación digital de la educación, subrayando la necesidad de desarrollar políticas que promuevan la resiliencia digital y la inclusión en la educación

Regulación a nivel nacional. En España, las políticas educativas son desarrolladas principalmente por el Ministerio de Educación y Formación Profesional, en coordinación con las comunidades autónomas, y están orientadas a promover la calidad, equidad e innovación en el sistema educativo.

La Ley Orgánica 3/2029 (Jefatura del Estado, 2020), conocida como LOMLOE, introduce reformas para mejorar la equidad y la calidad del sistema educativo español, incluyendo la promoción de la innovación pedagógica y el uso de tecnologías digitales.

El Plan de Digitalización y Competencias Digitales (2021-2025), desarrollado por el Ministerio de Educación y Formación Profesional, establece una estrategia para la digitalización del sistema educativo español, promoviendo la formación continua en competencias digitales para docentes y estudiantes y el desarrollo de contenidos educativos digitales.

La Estrategia de Modernización y Digitalización del Sistema Educativo Español (2022-2025) también se enfoca en modernizar y digitalizar el sistema educativo, promoviendo la innovación en métodos de enseñanza, la inclusión digital y el acceso equitativo a recursos tecnológicos en todas las etapas educativas.

Regulación a nivel autonómico. En la Comunidad autónoma de Castilla y León, las políticas educativas se desarrollan en el marco de las directrices nacionales, pero también se adaptan a las particularidades de la región.

El III Plan de Atención a la Diversidad (2021-2025), impulsado por la Consejería de Educación de Castilla y León, se centra en promover la innovación educativa para atender a la

diversidad en las aulas, utilizando metodologías activas y tecnologías digitales para mejorar la inclusión.

El Plan de Formación del Profesorado de Castilla y León (2021-2024) establece un marco para la formación continua de los docentes, con un fuerte enfoque en la innovación pedagógica y la integración de tecnologías digitales en la enseñanza.

El Plan de Innovación Educativa de Castilla y León (2022-2025) es un marco estratégico que busca impulsar la modernización de las prácticas educativas en la región, apoyando proyectos innovadores que mejoren la calidad educativa y fomenten la creatividad y el pensamiento crítico entre los estudiantes.

Las políticas y marcos regulatorios descritos son esenciales para guiar y promover la innovación educativa. No solo aseguran la alineación con objetivos globales y nacionales, sino que también permiten adaptar las prácticas educativas a las necesidades específicas de cada región.

Retos y perspectivas futuras de la IE. La innovación educativa se enfrenta a una serie de desafíos que pueden influir en su implementación efectiva y en su capacidad para transformar el sistema educativo. Al mismo tiempo, las perspectivas futuras apuntan a un continuo avance en este campo, impulsado por el desarrollo tecnológico, la globalización y las demandas cambiantes de la sociedad. Se exploran aquí los principales retos que enfrenta la innovación educativa y las perspectivas futuras que pueden moldear su evolución en los próximos años.

Retos de la IE. Uno de los desafíos de la innovación educativa es la persistente brecha digital que afecta a muchas comunidades, especialmente en áreas rurales o en contextos socioeconómicamente desfavorecidos. Aunque las tecnologías educativas tienen el potencial de transformar el aprendizaje, su impacto positivo está limitado por el acceso desigual a dispositivos y conectividad. Selwyn (2021) subraya que la brecha digital no solo es un

problema de acceso a la tecnología, sino también de habilidades digitales. Sin una alfabetización digital adecuada, la introducción de nuevas tecnologías puede exacerbar las desigualdades existentes. Van Dijk (2020) ahonda en las desigualdades digitales divididas en tres niveles: acceso, habilidades y uso. Superar estos desafíos requiere políticas educativas inclusivas que consideren estas dimensiones y promuevan la equidad en el acceso a la innovación.

La resistencia al cambio por parte de instituciones educativas y docentes es otro reto que considerar. La adopción de nuevas metodologías y tecnologías a menudo requiere una reconfiguración profunda de las prácticas educativas tradicionales, lo cual puede generar inseguridades y oposición entre los actores involucrados. Fullan (2015) discute cómo la resistencia al cambio es común en las instituciones educativas debido a la inercia de las prácticas establecidas y la falta de formación adecuada. Sugiere que el liderazgo efectivo y el apoyo continuo son claves para superar estas barreras. Sin embargo, Hall y Hord (2015) destacan la importancia de un enfoque colaborativo en la gestión del cambio, donde los docentes y otros miembros de la comunidad educativa se involucren activamente en el proceso de innovación, lo que puede reducir la resistencia y facilitar la implementación.

La sostenibilidad de las innovaciones es otro reto crucial. Muchas innovaciones educativas se implementan inicialmente con éxito, pero enfrentan dificultades para mantenerse a largo plazo debido a la falta de recursos, apoyo institucional o adaptación continua. Rogers (2003), en su teoría de la difusión de innovaciones, señala que para que una innovación sea sostenible, debe ser compatible con las necesidades de los usuarios y recibir apoyo constante. Sin estos elementos, las innovaciones tienden a perder impulso con el tiempo. En ese sentido, Murray et al. (2010) discuten que la innovación sostenible requiere un ecosistema de apoyo, incluyendo políticas adecuadas, financiación, y la participación activa de todos los actores involucrados en el proceso educativo.

Perspectivas futuras de la IE. Una de las perspectivas más prometedoras para la innovación educativa es la creciente personalización del aprendizaje, impulsada por el avance de la inteligencia artificial (IA) y el big data. Estas tecnologías permiten adaptar los contenidos y métodos de enseñanza a las necesidades de cada estudiante, lo que podría mejorar significativamente los resultados de aprendizaje. Meyer et al. (2014) propone el modelo de Universal Design for Learning (UDL) o Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA), que utiliza tecnología para crear ambientes de aprendizaje más inclusivos y personalizados. La personalización permite que cada estudiante progrese a su propio ritmo, lo que maximiza el potencial individual. Pane et al. (2015) encuentran evidencias sobre los efectos positivos de la personalización del aprendizaje mediante el uso de tecnología. En este sentido, los avances en IA pueden revolucionar la enseñanza y el aprendizaje. (Maity y Deroy, 2024) sugieren que la IA facilita la creación de entornos de aprendizaje adaptativos que responden en tiempo real a las necesidades y dificultades de los estudiantes.

La pandemia de COVID-19 aceleró la adopción del aprendizaje híbrido y a distancia, una tendencia que continúa y con perspectivas futuras de expansión. Se combina la enseñanza presencial y en línea para ofrecer mayor flexibilidad y accesibilidad. Hodges et al. (2020) señalan que el aprendizaje remoto de emergencia implementado durante la pandemia es solo un punto de partida hacia modelos más refinados de aprendizaje híbrido, que pueden ofrecer experiencias educativas más enriquecedoras y personalizadas. El futuro del aprendizaje híbrido dependerá de la calidad de los recursos educativos en línea y del desarrollo de competencias digitales tanto en estudiantes como en docentes.

El futuro de la innovación educativa también involucra la transformación de los sistemas de evaluación, que necesitan adaptarse a nuevas formas de aprendizaje y habilidades en la sociedad del siglo XXI. Las evaluaciones basadas en competencias y el uso de herramientas digitales para la evaluación formativa forman parte de esta transformación.

(Gikandi et al., 2011) sugieren que las tecnologías digitales pueden facilitar evaluaciones más formativas y personalizadas, lo que permite a los educadores ajustar la enseñanza en tiempo real y a los estudiantes recibir retroalimentación inmediata.

II.2.2. Enseñanza de las matemáticas

La enseñanza de las matemáticas ha sido históricamente un componente esencial en la formación académica, desempeñando un papel relevante en el desarrollo de habilidades cognitivas fundamentales, como el razonamiento lógico, la resolución de problemas y el pensamiento abstracto. Las matemáticas no solo son una disciplina académica central, sino que también constituyen una herramienta indispensable en la vida diaria, facilitando la toma de decisiones en contextos tan diversos como las finanzas personales, la tecnología y la ciencia (National Research Council, 2001b).

En las primeras etapas de la educación formal, las matemáticas proporcionan a los estudiantes las herramientas básicas necesarias para comprender e interactuar con su entorno, mientras que, en niveles superiores, permiten la exploración de conceptos abstractos y la aplicación de técnicas complejas en diversas disciplinas. Tradicionalmente la enseñanza de las matemáticas se ha centrado en la memorización de procedimientos y la resolución mecánica de problemas, lo que ha llevado a una percepción de las matemáticas como una disciplina rígida y abstracta, alejada de la realidad cotidiana de los estudiantes (National Research Council, 2001a). Este enfoque ha sido criticado por su incapacidad para fomentar un entendimiento profundo y significativo de los conceptos matemáticos, lo que ha llevado a una crisis en el rendimiento y la motivación de los estudiantes hacia las matemáticas (Boaler , 2016).

En respuesta a estos desafíos, se han desarrollado nuevas metodologías y enfoques pedagógicos que buscan hacer de la enseñanza de las matemáticas una experiencia más dinámica y relevante. En lugar de centrarse exclusivamente en la memorización y la repetición, estos enfoques promueven el desarrollo del pensamiento crítico y la aplicación de los conceptos

matemáticos a situaciones del mundo real. Este cambio de paradigma está alineado con los objetivos de la educación matemática en el siglo XXI, que incluyen no solo la competencia técnica en matemáticas, sino también la capacidad de los estudiantes para aplicar estos conocimientos de manera creativa y efectiva en una variedad de contextos (OCDE , 2019).

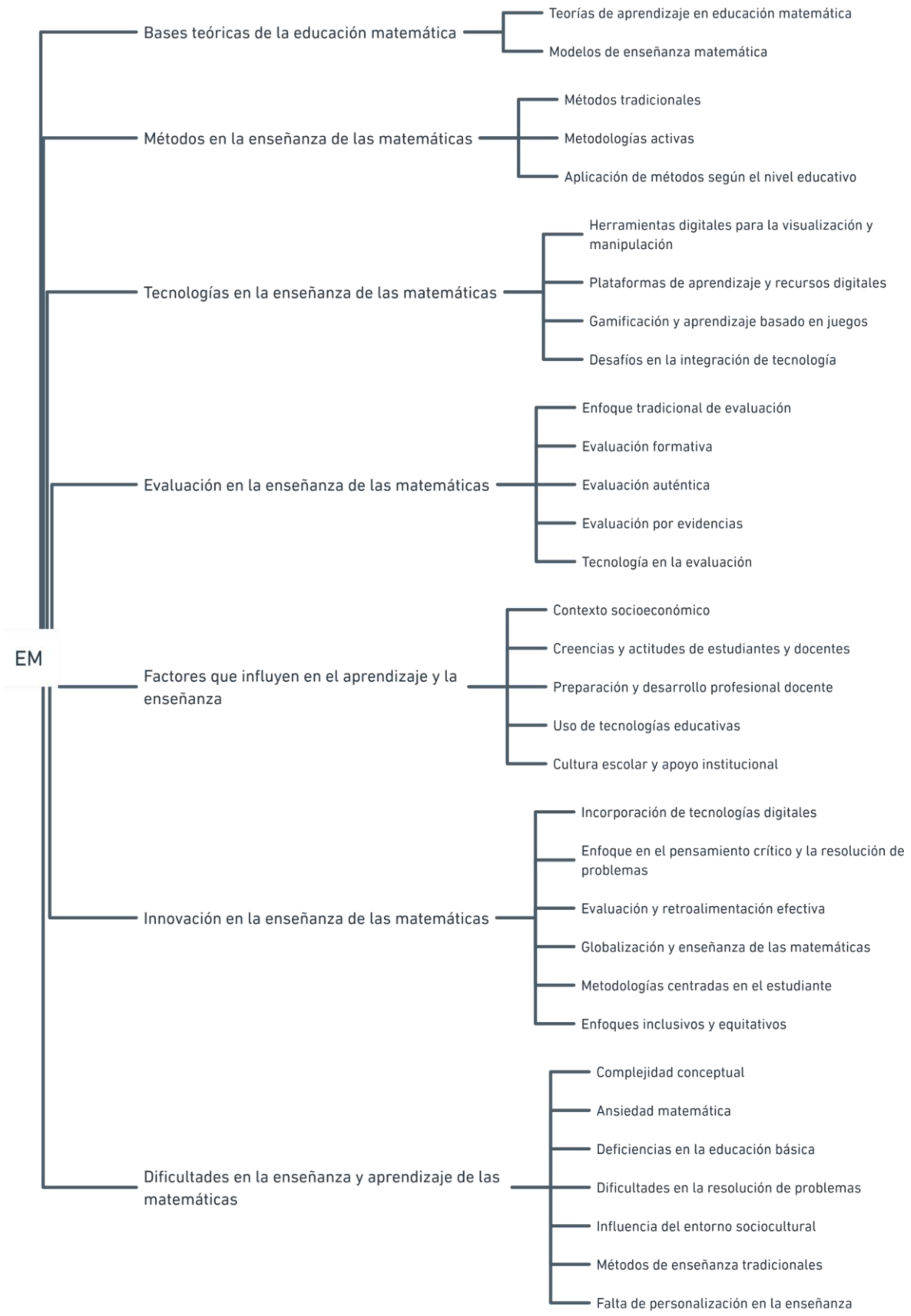
En este contexto, la educación matemática ha evolucionado para enfrentar los nuevos desafíos de la sociedad moderna, incluyendo la necesidad de formar ciudadanos capaces de adaptarse a un mundo cada vez más impulsado por la tecnología y el análisis de datos. Esto ha implicado una revalorización de los objetivos educativos, donde las matemáticas son vistas no solo como una asignatura escolar, sino como un componente esencial del pensamiento crítico y la ciudadanía informada (Fadel et al., 2015)

Este marco teórico explora los diferentes aspectos que influyen en la enseñanza de las matemáticas, proporcionando una base sólida para la investigación en este ámbito.

Sobre enseñanza de las matemáticas se abordan los aspectos de la Figura 3.

Figura 3

Esquema sobre enseñanza de las matemáticas [EM]



Nota. Gráfico de elaboración propia.

Bases teóricas de la educación matemática. La educación matemática se fundamenta en diversas teorías del aprendizaje que han guiado las prácticas pedagógicas y la investigación en este campo. Estas teorías ofrecen marcos conceptuales para comprender cómo los estudiantes adquieren, procesan y aplican conocimientos matemáticos. A lo largo del tiempo, varias corrientes teóricas han influido en la forma en que se enseña y se aprende matemáticas, proporcionando una base para el desarrollo de metodologías didácticas efectivas.

Teorías del aprendizaje en la educación matemática. Jean Piaget en su teoría del desarrollo cognitivo postula que los niños pasan por una serie de etapas en su pensamiento a medida que maduran (Piaget, 1952). Estas etapas describen cómo evoluciona la capacidad de los niños para comprender conceptos abstractos, incluidos los matemáticos. En la educación matemática, la teoría de Piaget implica adaptar la enseñanza a la etapa de desarrollo cognitivo del niño, asegurando que los conceptos sean introducidos de manera que sean comprensibles para ellos. La etapa de las operaciones formales, que corresponde a la adolescencia y a los niveles educativos de secundaria, en los que se centra la presente investigación se caracteriza por la capacidad de pensar de manera abstracta, lógica y sistemática. En el contexto de la enseñanza de las matemáticas, significa que los estudiantes pueden trabajar con conceptos simbólicos como variables y ecuaciones, emplear razonamiento lógico-deductivo, manejar hipótesis y generalizar patrones. Por ello, la enseñanza debe enfocarse en fomentar el pensamiento abstracto, la resolución de problemas complejos y el razonamiento lógico, utilizando representaciones simbólicas y promoviendo debates matemáticos que estimulen el análisis crítico.

David Ausubel, otro teórico destacado, introdujo la teoría del aprendizaje significativo, la cual sostiene que el aprendizaje es más efectivo cuando el nuevo conocimiento se relaciona con lo que ya sabe el estudiante. Según Ausubel, el aprendizaje no debe ser una mera memorización de hechos, sino un proceso en el cual el conocimiento se organiza y se integra

dentro de una estructura cognitiva existente (Ausubel, 1968). En el contexto de la educación matemática, esto significa que los profesores deben construir sobre los conocimientos previos de los estudiantes, facilitando la conexión entre conceptos nuevos y conocidos. En relación con esto se resalta la función de los organizadores previos, que son herramientas pedagógicas como por ejemplo esquemas, mapas conceptuales u otros recursos que preparan a los estudiantes para nuevos aprendizajes, ayudándolos a contextualizar y estructurar la información.

Lev Vygotsky ofrece una perspectiva diferente con su teoría sociocultural, que enfatiza el papel del entorno social y la interacción en el desarrollo cognitivo. Vygotsky introduce el concepto de la Zona de Desarrollo Próximo (ZDP), que es la distancia entre lo que un estudiante puede hacer independientemente y lo que puede lograr con la ayuda de un mediador más competente, como un profesor o un compañero (Vygotsky, 1978). En la enseñanza de las matemáticas, esta teoría implica que los profesores deben guiar a los estudiantes a través de actividades que se encuentren dentro de su ZDP, proporcionando andamiajes que les permitan alcanzar niveles más altos de comprensión. La interacción social y la colaboración se consideran fundamentales para el aprendizaje matemático, ya que permiten a los estudiantes construir y negociar significados en un contexto compartido.

El constructivismo, basado en parte en las ideas de Piaget y Vygotsky, sostiene que los estudiantes construyen su conocimiento a través de la experiencia y la interacción con su entorno. En la educación matemática, el constructivismo sugiere que el aprendizaje es un proceso activo, donde los estudiantes no solo reciben información pasivamente, sino que la interpretan, la transforman y la aplican en diferentes situaciones (von Glasersfeld, 1995). Los enfoques constructivistas en la enseñanza de las matemáticas promueven el aprendizaje activo enfatizando la resolución de problemas, la exploración y el descubrimiento, lo que contrasta con enfoques más tradicionales, que tienden a centrarse en la transmisión directa de conocimientos, la práctica repetitiva y la memorización. Rompen de esta forma con la visión

de la mente como recipiente pasivo que almacena representaciones del mundo (Cobb et al., 1992).

Modelos de enseñanza matemática. El enfoque tradicional de la enseñanza matemática, que ha prevalecido durante gran parte del siglo XX, se centra en la transmisión de conocimientos de manera directa, donde el profesor es la principal fuente de información y los estudiantes son receptores pasivos. Este modelo se basa en la presentación clara de conceptos y procedimientos, seguida de la práctica mediante ejercicios repetitivos (Schoenfeld, 2004). Sin embargo, este enfoque ha sido criticado por no fomentar una comprensión profunda ni el desarrollo del pensamiento crítico en los estudiantes.

Sin embargo, los enfoques constructivistas se centran en el aprendizaje activo, donde los estudiantes construyen su propio conocimiento. Estos modelos promueven la exploración, la discusión en grupo y la resolución de problemas como medios para que los estudiantes comprendan y apliquen conceptos matemáticos. Los enfoques constructivistas, tales como el aprendizaje basado en problemas (ABP) y el aprendizaje por descubrimiento, permiten desarrollar una comprensión más profunda y habilidades transferibles en matemáticas en línea con la enseñanza y el aprendizaje con comprensión de Hiebert y Carpenter (1992).

Por una parte, el modelo de enseñanza basado en la resolución de problemas sitúa a los problemas matemáticos en el centro del proceso educativo, alentando a los estudiantes a explorar diversas estrategias, plantear preguntas y reflexionar sobre sus métodos y soluciones. Según Polya (1945), la resolución de problemas es un proceso cíclico que incluye cuatro pasos: la comprensión del problema, la elaboración de un plan, la ejecución del plan y la revisión del proceso y la solución obtenida.

Por otra parte, el aprendizaje basado en la indagación y el descubrimiento alienta a los estudiantes a formular preguntas, explorar soluciones posibles y descubrir principios matemáticos por sí mismos, en lugar de recibir información directamente del profesor (Bruner,

1961). El enfoque de indagación promueve un aprendizaje profundo al involucrar a los estudiantes en la búsqueda activa de conocimiento, permitiéndoles experimentar el proceso científico de exploración, hipótesis, experimentación y conclusión dentro del contexto matemático.

En el contexto de esta investigación, las bases teóricas de la educación matemática proporcionan un marco esencial para la comprensión y la mejora de las prácticas pedagógicas que se han llevado a cabo.

Métodos en la enseñanza de las matemáticas. La enseñanza de las matemáticas requiere una variedad de métodos y estrategias didácticas que se adapten a las necesidades de los estudiantes y a los objetivos educativos. La investigación educativa ha dado lugar a una variedad de enfoques que buscan no solo transmitir conocimientos matemáticos, sino también desarrollar habilidades críticas y competencias en los estudiantes. Estos métodos van desde enfoques tradicionales hasta estrategias que incorporan tecnología y pedagogías innovadoras.

Métodos tradicionales. Los métodos tradicionales de enseñanza de las matemáticas, como la instrucción directa, la demostración y la repetición, han sido ampliamente utilizados durante décadas. En estos enfoques, el profesor actúa como el principal transmisor de conocimientos, presentando conceptos y procedimientos matemáticos de manera secuencial y explícita. La instrucción directa puede ser especialmente efectiva para enseñar algoritmos y procedimientos matemáticos básicos, ya que permite a los estudiantes seguir pasos claros y definidos para llegar a la solución de un problema. En ese sentido Rosenshine (2012) propone diez principios de enseñanza con enfoque cognitivo que ponen énfasis en la práctica, la enseñanza estructurada y el monitoreo constante del aprendizaje para garantizar el éxito de los estudiantes.

La demostración es otro método clave en la enseñanza tradicional de las matemáticas. A través de la demostración, los profesores muestran a los estudiantes cómo resolver un

problema específico, proporcionando un modelo a seguir. Este método puede resultar útil en las primeras etapas del aprendizaje, donde los estudiantes aún no han desarrollado la confianza o la habilidad para abordar problemas por sí mismos (Gagné, 1985). Sin embargo, aunque estos métodos pueden ser efectivos para el aprendizaje inicial y la adquisición de habilidades básicas, han sido criticados por no fomentar una comprensión profunda ni la capacidad de aplicar los conocimientos en contextos novedosos (Boaler, 2016).

Metodologías activas. Las metodologías activas son enfoques pedagógicos que sitúan al estudiante en el centro del proceso de enseñanza-aprendizaje, promoviendo su participación activa y reflexiva para construir conocimiento de manera significativa (Prince, 2004). A diferencia de los métodos tradicionales centrados en el docente, las metodologías activas fomentan la autonomía, el pensamiento crítico y el aprendizaje colaborativo (Bonwell y Eison, 1991). Entre sus estrategias más comunes se incluyen el aprendizaje basado en problemas (Problem-Based Learning, PBL), el aprendizaje cooperativo y el aprendizaje por proyectos, todas ellas orientadas a que el estudiante no solo asimile conocimientos, sino que los aplique en contextos reales o simulados (Hmelo-Silver, 2004; Johnson y Johnson, 2009). Estas metodologías pueden aumentar el rendimiento académico, mejorar la retención del conocimiento y desarrollar habilidades como la comunicación y el trabajo en equipo (Freeman et al., 2014). No obstante, su implementación presenta retos, como la necesidad de formación docente y la adaptación de los espacios de enseñanza, por lo que requiere una cuidadosa planificación y un adecuado soporte institucional.

En Matemáticas, el Aprendizaje Basado en Problemas **(A**BP) es una estrategia alejada de los enfoques tradicionales en la que en lugar de recibir información pasivamente, los estudiantes resuelven problemas complejos de manera colaborativa. Esto puede mejorar la comprensión matemática, desarrollar el pensamiento crítico y el trabajo en equipo (Hmelo-Silver, 2004).

Otra estrategia utilizada en la enseñanza matemática es el uso de manipulativos y recursos visuales, que permiten a los estudiantes interactuar físicamente con los conceptos matemáticos. Los manipulativos, como bloques de construcción, ábacos y figuras geométricas, hacen que las ideas abstractas sean más concretas y accesibles, especialmente para estudiantes que tienen dificultades con el aprendizaje abstracto (Carbonneau et al., 2013). Los recursos visuales, como gráficos, diagramas y modelos tridimensionales, también ayudan a los estudiantes a visualizar relaciones matemáticas y a comprender conceptos complejos.

Además, en la enseñanza matemática pueden usarse estrategias didácticas como la gamificación y la enseñanza lúdica. La gamificación implica la incorporación de elementos de juego, como puntos, niveles y recompensas, en actividades educativas para motivar a los estudiantes y hacer el aprendizaje más atractivo (Dicheva et al., 2015). Esta estrategia se basa en la idea de que el juego es una forma natural de aprendizaje para los niños y que, al introducir elementos lúdicos en la enseñanza de las matemáticas, se puede aumentar la motivación y la implicación de los estudiantes. Los juegos educativos, tanto físicos como digitales permiten a los estudiantes practicar habilidades matemáticas en un entorno divertido y no amenazante.

De especial interés para esta investigación es la integración de la tecnología en la enseñanza de las matemáticas, que proporciona nuevas herramientas y recursos para facilitar tanto la enseñanza como el aprendizaje. El uso de software matemático y aplicaciones interactivas permite a los estudiantes explorar conceptos matemáticos de manera dinámica y personalizada (Kaput, 1992). Por ejemplo, las calculadoras gráficas y el software de geometría dinámica permiten a los estudiantes visualizar y manipular representaciones matemáticas en tiempo real, lo que mejora su comprensión y su capacidad para resolver problemas complejos. Además, las plataformas de aprendizaje en línea ofrecen acceso a variedad de recursos educativos, como tutoriales en video, ejercicios interactivos y foros de discusión, que complementan el aprendizaje en el aula y entre las plataformas gratuitas de código abierto más

utilizadas algunos autores destacan la plataforma Moodle (Fernández Naranjo y Rivero López, 2014).

Aplicación de métodos según el nivel educativo. La elección de métodos y estrategias didácticas en la enseñanza de las matemáticas varía según el nivel educativo. En la educación primaria, el enfoque se centra en la construcción de conceptos básicos y en la motivación de los estudiantes a través de actividades lúdicas y manipulativas (Alsina, 2004). A medida que los estudiantes avanzan a niveles más altos de secundaria, la enseñanza matemática tiende a volverse más abstracta orientándose hacia el pensamiento lógico y algebraico. Esto requiere al profesorado que tradicionalmente optaba por enfoques didácticos centrados en la instrucción directa ofrecer al alumnado oportunidades para la indagación y la aplicación práctica. En bachillerato, la enseñanza de las matemáticas se centra en el desarrollo del pensamiento crítico y en la capacidad de los estudiantes para abordar problemas matemáticos complejos e interdisciplinarios, utilizando tanto métodos tradicionales como innovadores. En estos niveles académicos adquieren relevancia metodologías como el aprendizaje basado en problemas que dan más protagonismo a los estudiantes, situando los problemas reales como base para la adquisición de nuevos conocimientos y fomentando el pensamiento crítico, la colaboración y la autonomía, así como el rol facilitador del profesorado (Guamán Gómez y Espinoza Freire, 2022).

Los diversos métodos y estrategias didácticas usados en la enseñanza de las matemáticas reflejan la complejidad de este campo y la tendencia es adaptar la enseñanza a las necesidades y capacidades individuales del alumnado.

Tecnologías en la enseñanza de las matemáticas. La incorporación de tecnologías educativas ha cambiado la forma en que se enseña y aprende matemáticas. Tanto las herramientas digitales básicas como las plataformas de aprendizaje avanzadas amplían las posibilidades pedagógicas, facilitando un aprendizaje más interactivo y personalizado. En este

apartado se destaca su utilidad en la comprensión de conceptos y procedimientos, la resolución de problemas y la evaluación del aprendizaje.

Herramientas digitales para la visualización y manipulación. Uno de los beneficios del uso de tecnologías en la enseñanza de las matemáticas es la capacidad de visualizar y manipular conceptos abstractos. Diversos softwares permiten a los estudiantes interactuar directamente con las representaciones matemáticas y explorar relaciones y patrones que serían difíciles de entender mediante métodos tradicionales (Kaput, 1992).

GeoGebra es una herramienta ampliamente utilizada en educación secundaria y permite a los estudiantes construir y manipular figuras geométricas, analizar funciones y explorar transformaciones geométricas en un entorno dinámico (Hohenwarter y Lavicza, 2007). No solo facilita la comprensión de conceptos matemáticos, también promueve una actitud de investigación con la que el alumnado puede experimentar y observar resultados en tiempo real.

En general, las herramientas de visualización 2D y 3D en áreas como la geometría plana y espacial permiten a los estudiantes visualizar elementos geométricos en dos y tres dimensiones, lo que facilita la comprensión de conceptos complejos (Pablo Meza, 2015).

Plataformas de aprendizaje y recursos digitales. Las plataformas de aprendizaje en línea, como Khan Academy, Coursera y MOOCs, han democratizado el acceso a la educación facilitando la coexistencia del aprendizaje no formal con el formal. A través de este tipo de plataformas los estudiantes pueden aprender a su propio ritmo y acceder a recursos educativos desde cualquier lugar. En niveles de enseñanza secundaria, los sistemas de gestión de aprendizaje, LMS por sus siglas en inglés, como la plataforma de aprendizaje de código abierto Moodle o la plataforma Classroom desarrollada por Google integran inteligencia artificial, capaz de desempeñar funciones de calificación y retroalimentación automática, generar contenido como pruebas o actividades interactivas o proporcionar asistencia y apoyo al alumnado. A las funciones generales de un LMS de distribución de contenido compartiendo

materiales educativos, el seguimiento del progreso de los estudiantes con el monitoreo de su rendimiento y logros, la interactividad a través de foros, chat o documentos colaborativos y la personalización adaptando los cursos según las necesidades de los estudiantes, se suman los beneficios educativos que puede aportar la inteligencia artificial (Flores-Vivar y García-Peñalvo, 2023). En este sentido, la presente investigación que integra chatbots en aulas virtuales de enseñanza y aprendizaje permite al alumnado aprovechar el potencial de estas herramientas tecnológicas para aprender de forma más autónoma y centrada en sus intereses y dificultades.

Hay que destacar que estas plataformas de aprendizaje en línea facilitan el aprendizaje personalizado y pueden incorporar algoritmos de aprendizaje adaptativo para identificar las áreas de dificultad de los estudiantes y proporcionar recursos adicionales para fortalecer su comprensión, lo que conduce a una experiencia de aprendizaje más efectiva (Leris López et al., 2015).

Además, la integración de recursos abiertos (Open Educational Resources, OER), permiten al profesorado y alumnado acceder a materiales educativos de calidad de forma gratuita. En Matemáticas estos recursos abiertos enriquecen la enseñanza y el aprendizaje (León Pereira y Heredia-Escoza, 2020) y pueden abarcar una amplia variedad de recursos, desde contenido tradicional, a simulaciones interactivas, problemas de práctica o juegos educativos.

Gamificación y aprendizaje basado en juegos. La gamificación y el aprendizaje basado en juegos son estrategias para hacer el aprendizaje de las matemáticas más atractivo y motivador. La gamificación se refiere a la aplicación de elementos de juego, como puntos, insignias y niveles, en un entorno educativo, con el objetivo de aumentar la motivación y el compromiso de los estudiantes (Deterding et al., 2011). En matemáticas, la gamificación se ha implementado en diversas plataformas y aplicaciones como Mathletics y Prodigy, que

convierten la resolución de problemas y la práctica matemática en una experiencia lúdica y competitiva. Se utiliza la gamificación para motivar a los estudiantes y practicar matemáticas de forma regular, recompensando su progreso con puntos y logros digitales, lo que supone una oportunidad para mejorar el rendimiento en esta materia (Roa González et al., 2021)

Por otro lado, el aprendizaje basado en juegos aplicado a las matemáticas se centra en el desarrollo de juegos educativos diseñados específicamente para enseñar conceptos matemáticos. Estos juegos pueden diseñarse introduciendo elementos que promuevan la interacción cognitiva, conductual, afectiva y sociocultural con la materia facilitando su aprendizaje (Plass et al., 2015).

Desafíos en la integración de tecnología. La integración de la tecnología en la enseñanza de las matemáticas enfrenta desafíos como la disponibilidad desigual de recursos tecnológicos o el riesgo de depender excesivamente de la tecnología sin desarrollar habilidades matemáticas fundamentales (OCDE, 2015). También se subrayan barreras en la integración tecnológica derivadas de las creencias pedagógicas de los propios docentes (Ertmer, 2005) y la necesidad de formación docente (Tondeur et al., 2012). Ante los desafíos que se presentan para una integración eficaz de la tecnología en las aulas puede ser de utilidad para los docentes el marco TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge) que ofrece un modelo centrado en la intersección del conocimiento del contenido, pedagógico y tecnológico ofreciendo una visión de la tecnología como herramienta complementaria para apoyar la enseñanza y aprendizaje, sin sustituir la interacción humana ni prácticas didácticas fundamentales (Mishra y Koehler, 2006).

Evaluación en la enseñanza de las matemáticas. La evaluación en la enseñanza de la matemática es un proceso pedagógico que no sólo permite evaluar el desempeño de los estudiantes, también guía la práctica docente, identificando las áreas de mejora y fomentando

el aprendizaje continuo del alumnado. Se exploran a continuación diferentes enfoques de evaluación.

Enfoque tradicional de evaluación. Tradicionalmente, la evaluación en matemáticas se ha basado en exámenes escritos que miden la capacidad de los estudiantes para aplicar procedimientos y resolver problemas. Estas pruebas de evaluación están diseñadas para evaluar el conocimiento factual y la habilidad procedimental de los estudiantes (Chappuis y Stiggins, 2016). Aunque estas pruebas pueden ser útiles para medir ciertos aspectos del conocimiento matemático, son criticadas para la evaluación del pensamiento crítico, la comprensión conceptual y la aplicación de las matemáticas en contextos del mundo real. Aunque los exámenes estandarizados proporcionan una medida del rendimiento del alumnado y permiten la comparación a gran escala, también pueden limitar la enseñanza y el aprendizaje a la preparación para el examen, lo que puede conducir a una enseñanza centrada en la memorización de fórmulas y procedimientos en lugar de la comprensión profunda de los conceptos matemáticos (Shepard, 2000b).

Evaluación formativa. La evaluación formativa se refiere a las evaluaciones realizadas durante el proceso de enseñanza-aprendizaje con el propósito de mejorar el aprendizaje del alumnado y ajustar las estrategias de enseñanza. A diferencia de la evaluación sumativa, que se centra en medir el rendimiento al final del curso académico, la evaluación formativa es continua y tiene como objetivo proporcionar retroalimentación tanto a los estudiantes como a los docentes para guiar el aprendizaje y la instrucción (Black y Wiliam,1998).

Algunas de las estrategias de evaluación formativa en matemáticas incluyen la observación directa y las preguntas en clase, las actividades de autoevaluación y las evaluaciones rápidas a través de cuestionarios. Esto permite a los docentes obtener información sobre las habilidades y dificultades de los estudiantes, lo que facilita una intervención adaptada a las necesidades individuales (Heritage, 2010).

Un enfoque formativo en matemáticas incluye la evaluación del proceso de resolución de problemas, valorando cómo los estudiantes abordan un problema, las estrategias que utilizan y cómo justifican sus respuestas, sin centrarse únicamente en la respuesta final correcta o incorrecta (Cárdenas Lizarazo, 2015). Esta práctica lleva a los estudiantes a reflexionar sobre su propio aprendizaje y favorece el pensamiento crítico y la comprensión de conceptos.

Las rúbricas son una herramienta que puede utilizarse en la evaluación basada en el desempeño y formativa, proporcionando criterios claros para evaluar la calidad del trabajo de los estudiantes en diversas dimensiones, como por ejemplo la precisión matemática, la argumentación en la resolución de problemas o la claridad en la comunicación matemática. El uso de rúbricas facilita una retroalimentación detallada y constructiva, ayudando a los estudiantes a identificar sus fortalezas y áreas de mejora (Brookhart., 2013).

Evaluación auténtica. La evaluación auténtica es una respuesta a las limitaciones de los enfoques tradicionales, buscando evaluar la capacidad de los estudiantes para aplicar sus conocimientos en situaciones del mundo real (Wiggins, 1990).

En matemáticas, este tipo de evaluación puede incluir tareas como la resolución de problemas complejos o la participación en proyectos matemáticos que reflejen desafíos reales. Por ejemplo, en lugar de pedir a los estudiantes que simplemente resuelvan ecuaciones en un examen, una evaluación auténtica podría involucrar a los estudiantes en el diseño de un presupuesto o en la construcción de modelos geométricos para resolver problemas espaciales. Estas evaluaciones permiten a los estudiantes demostrar su comprensión y habilidades matemáticas en un contexto que es relevante y significativo para ellos, lo que también puede aumentar su motivación y compromiso.

La evaluación por evidencias. La evaluación por evidencias se centra en la recopilación y análisis de múltiples datos y trabajos de los estudiantes para determinar su nivel de comprensión y habilidades en lugar de depender de una sola fuente de información, como por

ejemplo un examen final. Las evidencias de aprendizaje pueden ser utilizadas por los docentes para adaptar la enseñanza de manera efectiva con un enfoque de evaluación formativa (Wiliam, 2011). También, en la educación basada en competencias, pueden utilizarse diversos tipos de evidencias para evaluar dichas competencias, abarcando aspectos como saber conocer, hacer y ser, refiriéndose básicamente a saber conceptos, procedimientos o aptitudes (Tobón, 2013).

En el contexto de la enseñanza matemática, este enfoque permite a los docentes observar y evaluar cómo los estudiantes aplican conceptos matemáticos a lo largo del tiempo y en diversas situaciones. La evaluación por evidencias puede incluir la revisión de portafolios, proyectos, trabajos en grupo, y observaciones de participación en clase.

Tecnología en la evaluación. Los sistemas de evaluación en línea, de respuesta interactiva y las plataformas de aprendizaje adaptativo, permiten una evaluación inmediata y personalizada, proporcionando al alumnado retroalimentación en tiempo real. En la evaluación basada en computadora, existen estudios que concluyen que se puede mejorar el aprendizaje en materias como matemáticas y que la retroalimentación efectiva no debe ser demasiado compleja (Shute y Rahimi, 2017).

Las pruebas adaptativas informatizadas, que ajustan el nivel de dificultad de las preguntas en función de las respuestas anteriores del estudiante, permiten una evaluación personalizada del rendimiento del estudiante (Wainer et al., 2000). Además, estas tecnologías pueden recopilar datos sobre los patrones de respuesta de los estudiantes, permitiendo a los docentes identificar las áreas de dificultad y ajustar la enseñanza en consecuencia.

Para la evaluación formativa en matemáticas de secundaria, las tecnologías digitales pueden ofrecer retroalimentación inmediata y personalizada, fomentando la reflexión y discusión del alumnado, pero su efectividad depende de la forma en que se integran en el proceso educativo, lo que requiere considerar aspectos tanto técnicos como pedagógicos. La

calidad de la retroalimentación y la acción docente son esenciales para mejorar el aprendizaje (Balbi et al., 2024).

Factores que influyen en el aprendizaje y la enseñanza. El aprendizaje de las matemáticas es un proceso complejo que está influenciado por una variedad de factores interrelacionados. Estos factores además de impactar en el rendimiento del alumnado moldean las estrategias pedagógicas utilizadas por los docentes. En este apartado se analizan los principales factores que afectan la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, destacando la influencia del contexto socioeconómico, las creencias y actitudes tanto de estudiantes como de docentes, el desarrollo profesional de los docentes, el uso de tecnologías en el aula y el apoyo institucional.

Contexto socioeconómico. El contexto socioeconómico, con indicadores básicos referidos a los ingresos, educación y ocupación de los padres es un factor que influye en el desempeño del alumnado (Sirin, 2005). Con relación a este contexto, otros estudios destacan aspectos influyentes en el rendimiento escolar asociados tanto a los estudiantes: su género, edad, raza o habilidades sociales como a sus progenitores: la escolaridad de estos, su cultura, autoritarismo, economía, su participación en la educación de sus hijos, el entorno de aprendizaje en el hogar o la distancia de sus casas a la escuela (Pincay-Ponce et al., 2022).

Los estudiantes de entornos socioeconómicos más bajos suelen enfrentar mayores desafíos en el aprendizaje de las matemáticas debido a factores como la falta de recursos educativos en el hogar o el menor acceso al apoyo extracurricular. Además, las diferencias en el capital cultural y las expectativas familiares pueden influir en la motivación y actitud de los estudiantes hacia las matemáticas.

Creencias y actitudes de estudiantes y docentes. Las actitudes de los estudiantes hacia las matemáticas pueden considerarse básicamente positivas, negativas o neutras dependiendo de las percepciones, emociones y experiencias individuales. Entre los que muestran una actitud

positiva está el alumnado que siente interés y curiosidad por aprender conceptos y procedimientos matemáticos, que disfruta resolviendo problemas y desafíos matemáticos o que ve las matemáticas como una herramienta útil en su vida cotidiana, al contrario de los que muestran una actitud negativa que se manifiesta en sentimientos de frustración o ansiedad al enfrentarse a problemas matemáticos, que perciben las matemáticas como difíciles o irrelevantes o evitan actividades relacionadas con esta materia. Entre estas posturas extremas, se encuentra la actitud neutral de los que cumplen las tareas matemáticas sin entusiasmo ni rechazo, no muestran un interés especial pues consideran las matemáticas cómo una asignatura más. Existen múltiples factores que pueden considerarse para medir las actitudes hacia las matemáticas, Auzmendi (1992) estudia diferentes escalas de autores como Aiken, Sandman, Michaels, Fennema y Sherman o McConeghy en las décadas de los 60,70 y 80 del siglo XX y elabora un instrumento de medida basado en la utilidad, el agrado, la ansiedad, la motivación y la confianza.

La relación entre las actitudes hacia las matemáticas y el rendimiento académico ha sido estudiada ampliamente por diversos autores (Mato y de la Torre, 2010; Sánchez Ruiz y Ursini, 2010; Rocha Feregrino et al., 2021;López et al., 2022).

Los estudiantes que perciben las matemáticas como difíciles o irrelevantes para su vida cotidiana suelen mostrar menos motivación y un rendimiento más bajo en comparación con aquellos que tienen una actitud positiva hacia la materia. Es necesario establecer estrategias de intervención docente para que se produzcan cambios positivos en la actitud hacia las matemáticas en el alumnado que muestra una actitud negativa (Hannula , 2002).

Por otro lado, las creencias de los docentes sobre las matemáticas y la enseñanza de estas también impactan en su práctica pedagógica. A lo largo de los años, los investigadores han evidenciado la importancia de las creencias en la educación matemática (Martínez Padrón, 2013). Los docentes que creen que las habilidades matemáticas son innatas pueden tener

expectativas más bajas para ciertos estudiantes y, en consecuencia, ofrecer menos oportunidades de aprendizaje enriquecedoras (Boaler, 2016). Además, los docentes que perciben la enseñanza de las matemáticas como una transmisión de conocimientos estáticos pueden tender a emplear métodos de enseñanza más tradicionales, mientras que aquellos que ven las matemáticas como una disciplina dinámica y creativa son más propensos a utilizar enfoques centrados en la resolución de problemas y el aprendizaje activo (Thompson, 1992).

Preparación y desarrollo profesional docente. La preparación y el desarrollo profesional de los docentes son factores que pueden influir en la calidad de la enseñanza a través de la actualización en investigaciones educativas recientes, nuevas metodologías y herramientas pedagógicas. Para Shulman (1986), los docentes que actualizan su formación combinando conocimiento de la materia y pedagogía están mejor preparados para enseñar de manera efectiva. Este autor también aborda los diferentes conocimientos que los maestros deben poseer como conocimiento de contenido, pedagógico y estratégico.

El desarrollo profesional continuo (DPC) ha sido ampliamente estudiado. Kennedy (2014) compara nueve modelos de DPC, agrupándolos bajo criterios de autonomía profesional y práctica transformadora en modelos de transmisión, transición y transformadores. Los primeros centrados en la transferencia de conocimientos y habilidades de un experto a los participantes, los de transición como paso intermedio hacia la transformación, facilitando el cambio en las prácticas de los docentes ayudándoles a adoptar nuevas metodologías y los modelos transformadores que promueven un cambio profundo en la práctica profesional fomentando la reflexión crítica y la colaboración entre docentes.

La presente investigación persigue mejorar la enseñanza y aprendizaje matemático integrando aulas virtuales en los procesos educativos y chatbots que guíen al alumnado cuando lo necesite, y esto requiere una transformación integral en el centro educativo que afecta desde la mejora de infraestructura y equipamiento tecnológico al desarrollo de las competencias

digitales de toda la comunidad educativa y la formación y desarrollo profesional continua del profesorado. En este sentido, la transformación en el IES Los Valles impulsada por esta investigación se produce de forma paulatina a través de un modelo de desarrollo profesional continuo de transición.

Uso de tecnologías educativas. La efectividad de las tecnologías en el aula depende en gran medida de cómo se integren en la enseñanza. Los docentes necesitan capacitación adecuada para utilizar estas herramientas de manera efectiva y para integrarlas en su práctica pedagógica de manera que complementen y enriquezcan el currículo matemático en lugar de simplemente sustituir métodos tradicionales (Niess, 2005). Además, hay que considerar el acceso desigual a las tecnologías entre los estudiantes, pues influye en el aprendizaje y más cuando hay una mayor dependencia educativa de la tecnología debido a crisis sanitarias como la pandemia por coronavirus declarada en 2020 (Muñoz González, 2025)

Cultura escolar y apoyo institucional. La cultura escolar y el apoyo institucional también juegan un papel importante en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas. Una cultura escolar que valora la calidad educativa fomenta la colaboración entre docentes y promueve el aprendizaje profesional continuo puede crear un entorno más propicio para la enseñanza efectiva de las matemáticas. Además, el liderazgo escolar que apoya la innovación pedagógica y proporciona los recursos necesarios para implementar nuevas prácticas en la enseñanza de las matemáticas es fundamental para el éxito de estas iniciativas.

El apoyo institucional, que incluye políticas educativas a nivel local, regional y nacional, también influye en la enseñanza. Políticas que promueven la equidad en la educación, proporcionan recursos adecuados y fomentan la investigación y el desarrollo en educación pueden contribuir a mejorar la calidad de la enseñanza y el aprendizaje en todos los niveles educativos.

Innovación en la enseñanza de las matemáticas. La enseñanza de las matemáticas ha experimentado cambios en las últimas décadas, impulsados por la necesidad de adaptarse a un mundo tecnológico, lo que requiere transformar la manera en que se enseña y aprende matemáticas. En ese sentido, se exploran algunos enfoques relevantes en la enseñanza de las matemáticas que permiten identificar áreas para la innovación e incluyen la incorporación de tecnologías digitales, el pensamiento crítico y la resolución de problemas, y las metodologías de enseñanza centradas en el estudiante.

Incorporación de tecnologías digitales. Estas tecnologías permiten a los estudiantes visualizar y manipular objetos matemáticos, explorar relaciones entre variables y realizar cálculos complejos de manera más eficiente. Heid (2005) examina la influencia de tecnologías como calculadoras gráficas, software educativo o el uso de internet en las aulas sobre los contenidos matemáticos, los métodos de enseñanza o las habilidades de los estudiantes. Reflexiona también sobre los desafíos del uso de la tecnología en la enseñanza de matemáticas que abarcan la formación docente necesaria para la integración eficaz de la tecnología en los métodos de enseñanza, la accesibilidad de los estudiantes a dispositivos o internet que puede generar desigualdades, la excesiva dependencia del alumnado de la tecnología que puede debilitar sus habilidades matemáticas fundamentales, el costo elevado para escuelas con presupuesto limitado de algunas herramientas y software matemático y la complejidad de algunas tecnologías que pueden ser difíciles de usar y requerir tiempo y esfuerzo para aprender.

Las plataformas de aprendizaje en línea ofrecen acceso a múltiples recursos educativos, como tutoriales, ejercicios interactivos y evaluaciones automáticas, permitiendo la personalización del aprendizaje y la adaptación al ritmo de cada estudiante. En concreto sistemas de gestión del aprendizaje como Moodle pueden apoyar la enseñanza de las matemáticas (Ayil Carrillo, 2018) y plataformas en línea como Google Classroom también

pueden influir positivamente en el desarrollo de la competencia matemática de los estudiantes (Campos Mamani et al., 2020).

Mientras que herramientas como la inteligencia artificial (IA), la realidad aumentada (RA) y el aprendizaje automático ofrecen posibilidades para personalizar la enseñanza y mejorar el aprendizaje, su implementación efectiva requiere una infraestructura adecuada y una formación específica para los docentes (Owoc et al., 2021; Nikou et al., 2024; Nyaaba, 2024). Combinando personalización de la enseñanza y tecnología también se desarrollan sistemas de tutoría inteligente que puedan adaptarse al ritmo y estilo de aprendizaje de cada estudiante, proporcionando retroalimentación en tiempo real y apoyando el aprendizaje autodirigido (Woolf et al., 2013). Sin embargo, el desafío radica en garantizar que todos los estudiantes tengan acceso equitativo a estas tecnologías y en abordar las brechas digitales que aún existen.

Enfoque en el pensamiento crítico y la resolución de problemas. Este enfoque se basa en la idea de que el aprendizaje de las matemáticas debe ir más allá de la memorización de fórmulas y procedimientos, y debe centrarse en la comprensión de los conceptos y en la capacidad de aplicarlos en diversas situaciones (Schoenfeld, 2017).

Para la resolución de problemas, los docentes innovadores pueden proponer desafíos que requieren un análisis crítico, la formulación de hipótesis, y la exploración de múltiples estrategias de solución. Este enfoque no solo mejora la competencia matemática, sino que también prepara a los estudiantes para enfrentar problemas complejos en su vida diaria y en sus futuras trayectorias académicas (Boaler, 2016).

Aunque el pensamiento crítico y la resolución de problemas son cada vez más valorados en el mundo laboral y en la sociedad en general, muchos sistemas educativos todavía se centran en la aplicación de procedimientos rutinarios (Schoenfeld, 2016).

Las perspectivas futuras apuntan hacia un enfoque integrador, donde la enseñanza de las matemáticas se alinee con otras disciplinas y se centre en problemas complejos del mundo

real. Esto no solo prepara a los estudiantes para resolver problemas matemáticos, sino que también los capacita para enfrentar desafíos interdisciplinarios en contextos diversos (Boaler, 2016).

Evaluación y retroalimentación efectiva. La evaluación es un aspecto crítico en la enseñanza de las matemáticas, y está marcada por la necesidad de desarrollar métodos de evaluación más formativos y centrados en el aprendizaje. Los enfoques tradicionales de evaluación a menudo no capturan la profundidad del entendimiento matemático de los estudiantes ni su capacidad para aplicar conceptos en contextos novedosos (Black y Wiliam, 1998).

La tendencia actual es el uso de evaluaciones basadas en competencias, que se enfocan en medir el desarrollo de habilidades específicas y proporcionar retroalimentación continua a los estudiantes. En España se introdujo la evaluación por competencias con la Ley Orgánica de Educación [LOE] de 2006. Este modelo de evaluación se consolidó con la Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa [LOMCE] de 2013 y se fortaleció con la Ley Orgánica de Modificación de la LOE [LOMLOE] de 2020 (Jefatura del estado, 2006, 2020; Gobierno de España, 2013). Este tipo de evaluación, complementada con herramientas digitales que permiten un seguimiento más detallado del progreso del estudiante, han transformado la manera de evaluar el aprendizaje en matemáticas.

Globalización y enseñanza de las Matemáticas. En un mundo cada vez más globalizado, la enseñanza de las matemáticas también debe adaptarse a un contexto internacional. Esto implica no solo la adopción de estándares globales en la educación matemática, sino también la consideración de las influencias culturales y contextuales que afectan la enseñanza y el aprendizaje en diferentes regiones del mundo (Stigler y Hiebert, 1999).

La globalización requiere de redes internacionales de colaboración entre educadores, investigadores y responsables políticos, para compartir mejores prácticas y desarrollar currículos que preparen a los estudiantes para un mundo interconectado. Además, hay que considerar que la enseñanza de las matemáticas puede contribuir a la resolución de problemas globales. En Europa, por ejemplo, para divulgar experiencias y conocimiento se habilitó en internet el Espacio Europeo de Educación (EEE).

Metodologías de enseñanza centradas en el estudiante. Estas metodologías dan un papel relevante al estudiante en el proceso de aprendizaje, fomentando la participación y la construcción del conocimiento (Felder y Brent, 2016).

Por ejemplo, en el aprendizaje basado en proyectos, los estudiantes trabajan en proyectos que integran conceptos matemáticos con otros campos del conocimiento y con problemas del mundo real. Este enfoque permite a los estudiantes ver la relevancia de las matemáticas en contextos auténticos y desarrolla habilidades como la colaboración, la comunicación y el pensamiento crítico (Capraro et al., 2013).

El aula invertida es un modelo metodológico en el que los estudiantes primero acceden a los contenidos teóricos fuera del aula, a través de videos o lecturas, y luego utilizan el tiempo de clase para resolver problemas, realizar actividades prácticas y discutir conceptos con sus compañeros y el docente (Bergmann y Sams, 2012). Esto permite redistribuir el tiempo de las sesiones presenciales en el aula para la aplicación de conocimientos y el apoyo individualizado.

Enfoques inclusivos y equitativos. La innovación en la enseñanza de las matemáticas también se ha centrado en los últimos tiempos en la creación de enfoques más inclusivos y equitativos. Los educadores están desarrollando estrategias para abordar las necesidades diversas de los estudiantes garantizando la inclusión y equidad independientemente de su origen socioeconómico, género, etnia o capacidades (Salleh, 2023).

El diseño universal para el aprendizaje, conocido como DUA o UDL, por sus siglas en inglés, es un enfoque que promueve la creación de entornos de aprendizaje flexibles para posibilitar diferentes maneras de aprender. Este enfoque incluye la provisión de múltiples formas de representación, acción y expresión, y de participación (Meyer et al., 2014).

Es importante para lograr objetivos de inclusión y equidad que las políticas educativas fomenten la equidad en la distribución de recursos y la formación continua de los docentes en prácticas inclusivas (UNESCO, 2020).

Dificultades en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. La enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas representan un desafío tanto para estudiantes como para docentes, debido a la naturaleza abstracta y compleja de los conceptos matemáticos. Estas dificultades pueden manifestarse en diversos niveles y de distintas formas, afectando el rendimiento académico y la actitud hacia la materia. A continuación, se analizan algunas de las principales dificultades en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.

Complejidad conceptual. Una de las mayores dificultades en el aprendizaje de las matemáticas radica en la comprensión de conceptos abstractos. A diferencia de otras disciplinas que se apoyan más en el contexto real y tangible, las matemáticas requieren que los estudiantes operen con ideas que no siempre tienen una representación directa en el mundo físico. Según Hazzan y Zazkis (2005), esta abstracción puede dificultar el entendimiento, especialmente cuando no se proporcionan suficientes ejemplos o aplicaciones prácticas que conecten los conceptos matemáticos con situaciones del día a día.

Ansiedad matemática. La ansiedad matemática es un fenómeno bien documentado que afecta a muchos estudiantes, generando una respuesta emocional negativa hacia la materia (Villamizar Acevedo et al., 2020; Ramirez et al., 2018). Esta ansiedad puede ser tan intensa que bloquea la capacidad de los estudiantes para realizar tareas matemáticas básicas, creando un ciclo de evitación que lleva a un bajo rendimiento y a una actitud negativa hacia la

matemática en general. La ansiedad matemática que afecta a los estudiantes también puede influir en la forma en que los docentes enseñan la materia, generando un ambiente de aula menos propicio para el aprendizaje.

Deficiencias en la educación básica. Las deficiencias en la educación matemática básica son otro factor que contribuye a las dificultades en el aprendizaje de las matemáticas en niveles más avanzados. Según Siegler et al. (2012), la falta de una base sólida en conceptos y habilidades matemáticas fundamentales puede hacer que los estudiantes tengan dificultades para seguir el ritmo de los contenidos más avanzados. Estas lagunas en el conocimiento pueden acumularse a lo largo del tiempo, dificultando la comprensión de conceptos que dependen de habilidades previas no dominadas.

Dificultades en la resolución de problemas. La resolución de problemas es una competencia clave en matemáticas, pero también es un área donde muchos estudiantes encuentran dificultades. Según Jupri y Drijvers (2016), los estudiantes tienen dificultad con la traducción de problemas verbales a expresiones matemáticas y con la selección de estrategias adecuadas para resolverlos. Esto puede deberse a una enseñanza que enfatiza la memorización de procedimientos por encima de la comprensión profunda y la aplicación de conceptos a situaciones nuevas.

Influencia del entorno sociocultural. El entorno sociocultural también influye en las dificultades matemáticas. Los estudiantes de contextos socioeconómicos desfavorecidos a menudo carecen de acceso a recursos educativos de calidad y estas desigualdades pueden traducirse en un rendimiento matemático inferior, por ejemplo, en España con una brecha de hasta 82 puntos en la puntuación en competencias científicas de PISA 2015 entre el alumnado de mayor y menor nivel socioeconómico, que equivale a casi dos años de escolarización (Choi de Mendizábal, 2018; OCDE, 2016c)

Métodos de enseñanza tradicionales. Los métodos de enseñanza tradicionales que se centran en la transmisión de conocimientos de manera unidireccional y en la memorización de fórmulas y procedimientos también pueden contribuir a las dificultades en el aprendizaje de las matemáticas. La enseñanza que no fomenta el pensamiento crítico ni la comprensión conceptual profunda puede llevar a un aprendizaje superficial (Hattie, 2009; Skemp, 1976). Esto puede hacer que los estudiantes vean las matemáticas como difíciles de aplicar en contextos reales.

Falta de personalización en la enseñanza. Finalmente, la falta de personalización en la enseñanza de las matemáticas es un factor que contribuye a las dificultades de los estudiantes. La enseñanza tradicional a menudo no se adapta a las necesidades individuales de los estudiantes, lo que significa que aquellos que requieren más apoyo o aquellos que se destacan y necesitan más desafíos no reciben la atención adecuada (Pane et al., 2017). La falta de personalización puede llevar a una desconexión entre los estudiantes y el contenido, dificultando el aprendizaje efectivo.

En conclusión, las dificultades en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas son el resultado de una combinación de factores, que van desde la naturaleza abstracta de la materia hasta deficiencias en el sistema educativo y el entorno sociocultural de los estudiantes. Abordar estas dificultades requiere un enfoque multifacético que incluya la mejora de los métodos de enseñanza, la atención a las necesidades emocionales de los estudiantes, y la provisión de un apoyo adecuado a lo largo de toda la trayectoria educativa.

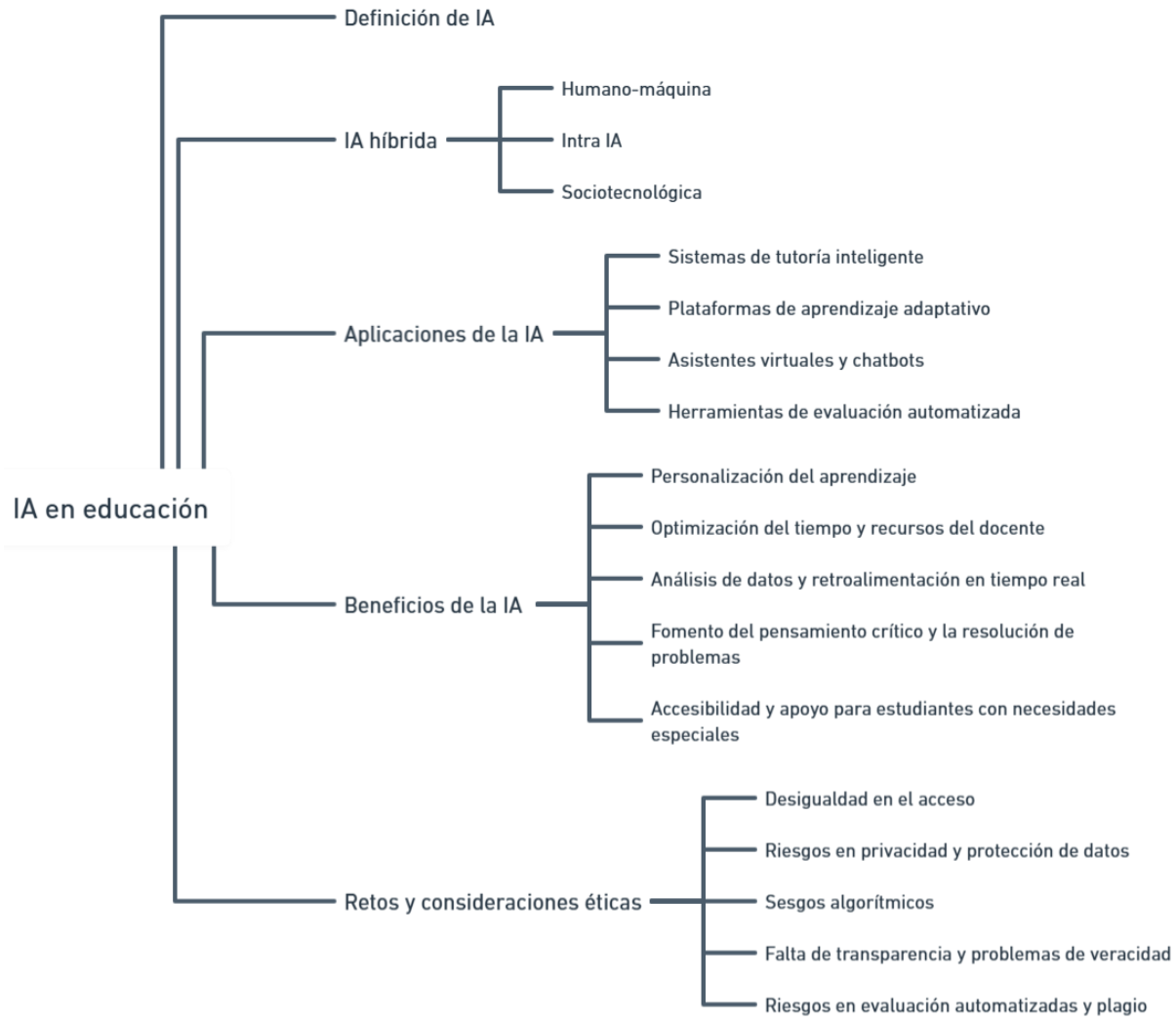
II.2.3. Inteligencia artificial en educación.

La inteligencia artificial (IA) es una de las tecnologías más transformadoras del siglo XXI, con aplicaciones que se extienden a prácticamente todos los aspectos de la vida cotidiana, incluyendo la educación. En particular, su implementación en la enseñanza de las matemáticas ofrece nuevas formas de personalizar la educación, mejorar la evaluación y retroalimentación,

y aumentar la autonomía del alumnado. Este apartado explora el concepto de IA y su relevancia en la educación abordando los aspectos de la Figura 4

Figura 4

Esquema sobre la IA en educación



Nota. Gráfico de elaboración propia.

Definición de inteligencia artificial [IA]. La inteligencia artificial se refiere a la capacidad de las máquinas para realizar tareas que, normalmente, requerirían inteligencia humana. Estas tareas incluyen por ejemplo el aprendizaje, la resolución de problemas, el reconocimiento de patrones o la toma de decisiones. La IA incluye un conjunto de tecnologías,

como el aprendizaje automático o machine learning, el procesamiento del lenguaje natural, y los sistemas expertos, entre otros (Russell & Norvig, 2021).

En el contexto educativo, la IA se manifiesta a través de herramientas y plataformas que pueden analizar grandes cantidades de datos sobre los estudiantes, identificar patrones en su comportamiento de aprendizaje, y adaptar el contenido educativo para satisfacer sus necesidades individuales. Esto tiene un gran potencial para transformar la forma en que se enseña y aprende.

IA híbrida. La noción de inteligencia artificial híbrida ha evolucionado para abarcar diferentes significados según el ámbito de estudio. En términos generales, lo "híbrido" hace referencia a la integración de distintos tipos de capacidades: humanas, algorítmicas o tecnológicas; con el fin de superar las limitaciones de cada componente por separado y generar sistemas más robustos, adaptables y explicativos. En la literatura académica se distinguen principalmente tres grandes concepciones: la colaboración humano–máquina, la combinación de modelos computacionales de IA y los enfoques sociotecnológicos.

IA híbrida humano–máquina. La concepción de la IA híbrida humano-máquina se centra en la colaboración entre humanos e inteligencia artificial para potenciar capacidades cognitivas y de decisión. En esta perspectiva, humanos y máquinas trabajan juntos, compartiendo el control en distintos grados (Prakash & Mathewson, 2020). Dellermann et al. (2021) desarrollan una taxonomía de diseño para estos sistemas, mientras que Jarrahi et al. (2022) destacan la idea de aumento mutuo, en la que la IA amplía las capacidades humanas y viceversa. También Saghafian e Idan (2024) muestran cómo humanos e IA pueden formar duplas estratégicas en la toma de decisiones, y Hopf et al. (2024) conceptualizan equipos híbridos con memoria colectiva extendida (Transactive Intelligent Memory Systems).

IA híbrida intra-IA. La concepción de la IA híbrida sobre la integración de diferentes modelos dentro de la propia IA, se refiere principalmente a la unión de enfoques simbólicos,

basados en reglas y lógica, con enfoques conexionistas, basados en redes neuronales. Serafini y d'Avila Garcez (2016) introducen las Logic Tensor Networks, que permiten razonar con lógica dentro de redes neuronales. En la misma línea, Manhaeve et al. (2018) desarrollan DeepProbLog, que integra programación lógica probabilística con aprendizaje profundo. Estos enfoques se consolidan en el marco de la IA neurosimbólica, que según Marra et al. (2024) representa la evolución de la inteligencia artificial relacional estadística hacia sistemas capaces de combinar percepción, razonamiento e incertidumbre de manera integrada.

IA híbrida sociotecnológica. La concepción de IA híbrida como un ecosistema sociotecnológico, implica que la IA se combina no solo con humanos, sino también con otras tecnologías y procesos colaborativos. Ejemplos de esto son los sistemas de verificación de hechos o fact-checking híbrido que integran IA, colaboración abierta y colectiva o crowdsourcing y expertos humanos para asegurar precisión y escalabilidad (La Barbera et al., 2023). Desde una perspectiva ética y social, Floridi y Cowls (2019) subrayan que la IA híbrida debe diseñarse garantizando valores de equidad, confianza y responsabilidad en los entornos donde humanos y máquinas colaboran.

Aplicaciones de la IA. La inteligencia artificial ha introducido una serie de innovaciones en la enseñanza, facilitando métodos más personalizados e interactivos de aprendizaje. Estas aplicaciones están transformando la manera en que los estudiantes aprenden y cómo los docentes diseñan e imparten su instrucción. A continuación, se exploran algunas de las principales aplicaciones de la IA en este campo.

Sistemas de tutoría inteligente (ITS). Los sistemas de tutoría inteligente [ITS], son una de las aplicaciones más destacadas de la IA en la enseñanza. Estos sistemas utilizan algoritmos avanzados para adaptar la enseñanza a las necesidades individuales de cada estudiante, proporcionándoles una experiencia educativa personalizada. Los ITS pueden analizar el progreso del estudiante en tiempo real, identificar áreas de dificultad y ajustar el contenido y

la dificultad de las tareas en función de las necesidades específicas del alumno (VanLEHN, 2011).

Un ejemplo de ITS en matemáticas es el Cognitive Tutor, desarrollado por Carnegie Learning, que se basa en modelos cognitivos del aprendizaje humano para proporcionar una enseñanza adaptativa. Este sistema no solo ofrece problemas matemáticos adaptados al nivel de habilidad del estudiante, sino que también proporciona retroalimentación inmediata y detallada, ayudando a los estudiantes a comprender mejor sus errores y mejorar sus habilidades matemáticas.

Plataformas de aprendizaje adaptativo. Las plataformas de aprendizaje adaptativo utilizan análisis de datos y aprendizaje automático para ajustar el contenido educativo según el rendimiento y el estilo de aprendizaje de cada estudiante. A medida que el estudiante interactúa con la plataforma, esta recopila datos sobre su progreso y utiliza esta información para personalizar la ruta de aprendizaje (Contrino et al., 2024).

Por ejemplo, ALEKS (Assessment and Learning in Knowledge Spaces) es una plataforma que emplea IA para diagnosticar el nivel de conocimiento de un estudiante en matemáticas y luego adapta el contenido para abordar las dificultades específicas en su comprensión. Esta plataforma se ajusta continuamente a las necesidades del estudiante, asegurando que cada individuo reciba el soporte necesario para progresar a su propio ritmo.

Asistentes virtuales y chatbots. Los asistentes virtuales y chatbots son herramientas basadas en IA usados en educación para responder preguntas, explicar conceptos y guiar a los estudiantes en problemas específicos. Gracias al procesamiento del lenguaje natural [NLP], estos asistentes pueden interactuar con los estudiantes de manera conversacional, ofreciendo un apoyo accesible y disponible en cualquier momento (Davar et al., 2025).

Por ejemplo, Watson Tutor de IBM es un asistente virtual que utiliza IA para ayudar a los estudiantes con sus tareas. El sistema puede comprender preguntas formuladas en lenguaje

natural y proporcionar respuestas detalladas, explicaciones y sugerencias de recursos adicionales. Esto permite a los estudiantes obtener ayuda personalizada de manera instantánea, lo que es particularmente útil para el aprendizaje autodirigido.

Herramientas de evaluación automatizada. La evaluación automatizada es una aplicación de la IA que está transformando la forma en que se evalúa el aprendizaje. Estas herramientas permiten realizar evaluaciones formativas y sumativas de manera eficiente, proporcionando retroalimentación inmediata y personalizada que ayuda a los estudiantes a comprender sus errores y mejorar su rendimiento (Bulut et al., 2024).

Una herramienta en este campo es Gradescope, que utiliza IA para identificar patrones comunes de error y ofrecer retroalimentación específica. Estas evaluaciones ahorran tiempo a los docentes permitiendo una evaluación continua del progreso del estudiante, lo que puede guiar la personalización de futuras lecciones.

Beneficios de la IA. La aplicación de la inteligencia artificial (IA) en la enseñanza ofrece múltiples beneficios que pueden mejorar el aprendizaje y la enseñanza, ampliamente abordados por diversos autores (Luckin et al., 2016; Iqbal et al., 2024). Entre estos beneficios destacan la personalización del aprendizaje, la optimización del tiempo y recursos del docente, el análisis de datos y retroalimentación en tiempo real, así como el fomento del pensamiento crítico y la resolución de problemas. A continuación, se exploran estos beneficios.

Personalización del aprendizaje. Uno de los beneficios de la IA en la educación es la capacidad de personalizar el aprendizaje para cada estudiante. Los sistemas de tutoría inteligente y las plataformas de aprendizaje adaptativo utilizan algoritmos de IA para analizar el rendimiento individual de los estudiantes y adaptar el contenido y el ritmo de las lecciones según sus necesidades específicas. Esta personalización permite a los estudiantes avanzar a su propio ritmo, concentrándose en las áreas donde necesitan más apoyo, lo que resulta en un aprendizaje más eficiente y efectivo (Holmes et al., 2019).

Además, la IA puede identificar patrones en los errores comunes que cometen los estudiantes y ofrecer explicaciones personalizadas y ejercicios adicionales para ayudarlos a superar sus dificultades. Esto es particularmente útil en matemáticas, donde la comprensión de conceptos clave es esencial para el progreso en niveles más avanzados.

Optimización del tiempo y recursos del docente. La IA también beneficia a los docentes al optimizar el tiempo y los recursos disponibles para la enseñanza. Las herramientas de IA pueden automatizar tareas como la corrección de ejercicios y la gestión de calificaciones, liberando tiempo para que los docentes se concentren en la enseñanza directa y la interacción con el alumnado. Esta automatización no solo reduce la carga de trabajo, sino que también permite a los docentes dedicar más tiempo a actividades que mejoran el aprendizaje, como la planificación de lecciones y el apoyo individualizado a los estudiantes (Woolf et al., 2013).

Además, la IA puede proporcionar a los docentes información detallada sobre el progreso de sus estudiantes, ayudándoles a identificar rápidamente las áreas donde los estudiantes pueden mejorar. Esta información permite intervenciones tempranas y más efectivas, lo que mejora los resultados generales del aprendizaje (Shi et al., 2024).

Análisis de datos y retroalimentación en tiempo real. Otra ventaja de la IA en la educación es su capacidad para analizar grandes cantidades de datos de rendimiento de los estudiantes y proporcionar retroalimentación en tiempo real. Los sistemas de IA pueden monitorear continuamente el progreso de los estudiantes, identificar tendencias y patrones, y ofrecer retroalimentación inmediata tanto a los estudiantes como a los docentes. Esta retroalimentación en tiempo real permite a los estudiantes corregir errores y mejorar su comprensión antes de avanzar a conceptos más complejos (Nguyen, 2023)

El análisis de datos también permite una evaluación más precisa y continua del progreso de los estudiantes, lo que puede complementar los métodos tradicionales de evaluación. En lugar de depender únicamente de exámenes periódicos, los docentes pueden utilizar la información

proporcionada por la IA para evaluar el desarrollo de habilidades matemáticas de manera más holística y en el contexto del aprendizaje diario (Woolf et al., 2013).

Fomento del pensamiento crítico y la resolución de problemas. La IA puede jugar un papel importante en el fomento del pensamiento crítico y la resolución de problemas, habilidades fundamentales en la educación matemática. A través de simulaciones, juegos educativos y problemas generados por IA, los estudiantes pueden enfrentarse a situaciones que requieren un pensamiento profundo y la aplicación de conceptos matemáticos en contextos del mundo real. Estas experiencias no solo mejoran la comprensión matemática, sino que también desarrollan habilidades de resolución de problemas que son esenciales para el éxito en la vida académica y profesional (Rodrigues Vasconcelos y dos Santos, 2023; Zhu et al., 2025).
Además, la IA puede generar una variedad de problemas y escenarios que desafían a los estudiantes a pensar de manera creativa y a explorar múltiples soluciones, lo que es especialmente valioso en un campo como las matemáticas, donde las respuestas no siempre son unívocas.

Accesibilidad y apoyo para estudiantes con necesidades especiales. Otro beneficio de la IA es su potencial para mejorar la accesibilidad y proporcionar apoyo a estudiantes con necesidades especiales. Los sistemas de IA pueden adaptarse para ofrecer diferentes modos de enseñanza y presentar el contenido de manera que sea accesible para estudiantes con discapacidades físicas, cognitivas o sensoriales. Por ejemplo, los estudiantes con dificultades de aprendizaje pueden beneficiarse de explicaciones más detalladas y de un ritmo de aprendizaje ajustado a sus capacidades individuales (Holmes et al., 2019).

Asimismo, la IA puede utilizarse para crear herramientas de apoyo específicas, como interfaces de voz para estudiantes con discapacidades visuales o sistemas de reconocimiento de gestos para aquellos con discapacidades motoras, lo que promueve una educación más inclusiva.

Retos y consideraciones éticas en el uso de la IA en la enseñanza. La integración de la inteligencia artificial (IA) en la enseñanza ofrece numerosas oportunidades para mejorar el aprendizaje, pero también presenta retos y consideraciones éticas que deben abordarse para garantizar un uso equitativo, transparente y responsable. A continuación, se exploran los principales desafíos y las cuestiones éticas relacionadas con la implementación de IA en este contexto educativo.

Desigualdad en el acceso. La rápida adopción de IA en entornos educativos no es uniforme; existen brechas de acceso y uso según contextos socioeconómicos, lo que puede agravar las desigualdades existentes (Holstein y Doroudi, 2021). Es necesario un enfoque centrado en los derechos humanos y el potencial de todos los estudiantes.

Riesgos en privacidad y protección de datos. La integración de grandes modelos de lenguaje como ChatGPT implica procesar información sensible de estudiantes, lo que conlleva riesgos como violaciones de privacidad y posibles usos indebidos (Giannakos et al., 2024; Monib et al., 2024). Es necesario implementar políticas robustas para garantizar un uso adecuado y seguro de la IA (Miao et al., 2021).

Sesgos algorítmicos en la IA. La inteligencia artificial puede reproducir y agravar desigualdades sociales cuando sus algoritmos se entrenan con datos sesgados o incompletos, lo que conduce a resultados injustos para ciertos grupos. Por ejemplo, los algoritmos predictivos usados en universidades para pronosticar el éxito estudiantil pueden subestimar el rendimiento de estudiantes negros e hispanos, mientras sobreestiman el de estudiantes blancos y asiáticos, reflejando desigualdades históricas y perpetuando desventajas estructurales (Gándara et al., 2024). Para enfrentar estos problemas, se proponen soluciones como transparencia en los modelos, auditorías periódicas, inteligencia artificial explicable y el uso de conjuntos de datos más diversos e inclusivos.

Falta de transparencia y problemas de veracidad. Muchos modelos de IA operan como sistemas opacos, lo que dificulta entender cómo generan resultados. Esto puede minar la confianza, dificultar la supervisión y propiciar desconfianza o mal uso (Gillani et al., 2023). Además, existen errores de generación en lA llamados alucinaciones que incluyen datos falsos, citas inventadas o explicaciones incoherentes que representan un riesgo para los estudiantes al poder aceptar información errónea como válida, comprometiendo el aprendizaje y la integridad académica (Zhang et al., 2023)

Riesgos en evaluaciones automatizadas y plagio. Los sistemas de evaluación automatizada pueden tener riesgos que afectan la justicia, transparencia, fiabilidad y equidad en la evaluación educativa (Bulut et al., 2024). Existen redes académicas y asociaciones especializadas como la red de inteligencia artificial (IA), educación y sociedad (Red-IAES) o el grupo sobre inteligencia artificial en medición y educación (AIME), que trabajan en responder a estos desafíos éticamente. También, el uso frecuente de herramientas generativas puede debilitar la autoestima académica y fomentar que los estudiantes confíen cada vez más en la IA y menos en su propio esfuerzo (Azeem y Abbas, 2025). Ante esto, los sistemas de detección de similitud de texto operan comparando trabajos con grandes bases de datos, pero pueden generar falsos positivos y penalizar indebidamente expresiones legítimas lo que debilita la confianza en su uso (Vie, 2013). Además, las herramientas automatizadas de plagio y antiplagio pueden comprometer derechos de autor al agregar trabajos estudiantiles a sus bases de datos.

Ante todos estos desafíos surgidos con la integración de la IA en la educación, los marcos de competencias en inteligencia artificial (IA) de la UNESCO ofrecen directrices para que estudiantes y docentes adquieran habilidades, conocimientos y valores que les permitan interactuar de manera ética y efectiva con la IA en entornos educativos. El marco para estudiantes se centra en cuatro dimensiones: mentalidad centrada en el ser humano, ética de la

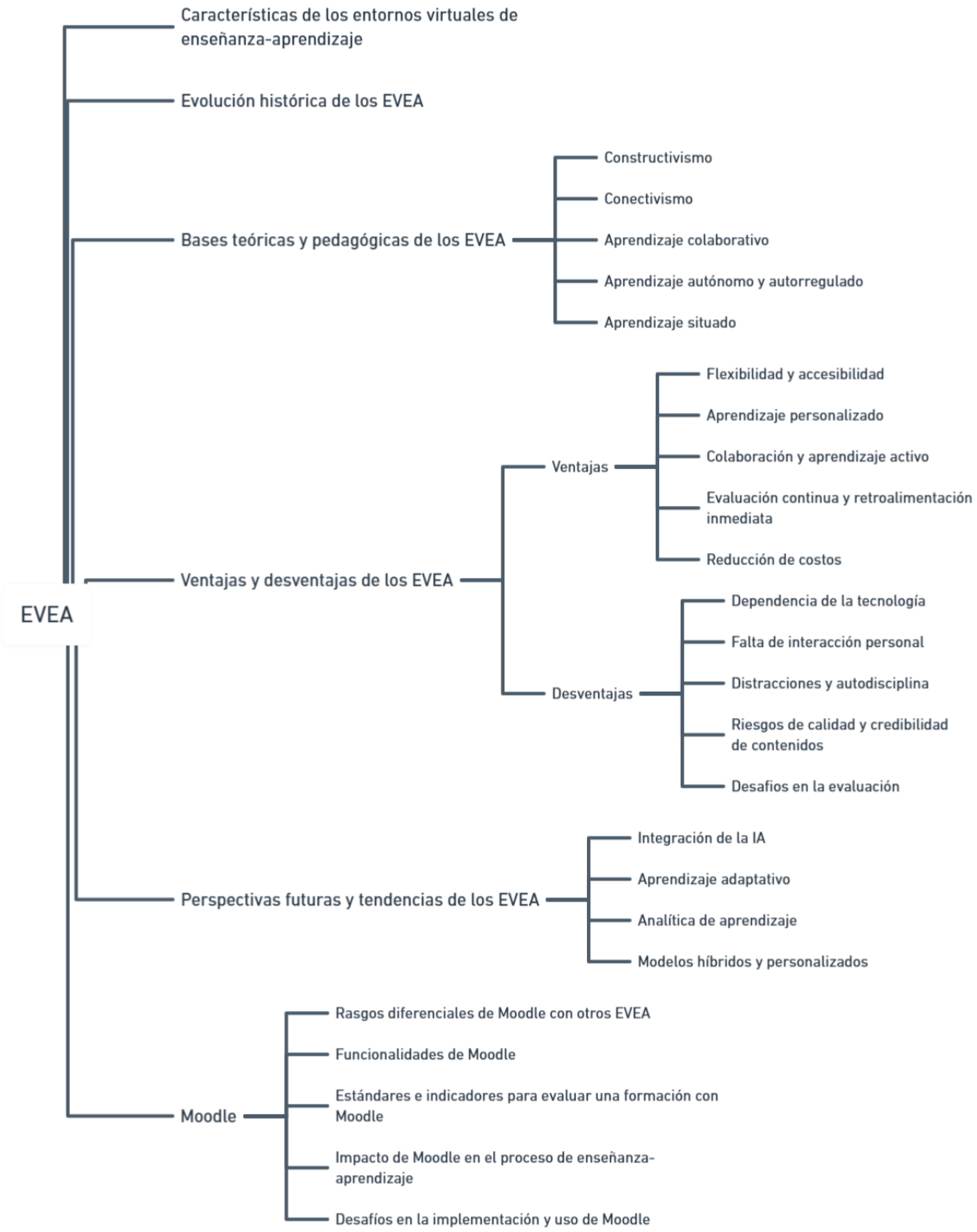
IA, técnicas y aplicaciones, y diseño de sistemas, estructuradas en niveles de comprender, aplicar y crear. Por su parte, el marco para docentes aborda cinco dimensiones clave, incluyendo pedagogía y desarrollo profesional en IA, con niveles de progresión de adquirir, profundizar y crear. Ambos marcos buscan orientar políticas educativas y prácticas pedagógicas para promover una educación inclusiva, ética y de calidad en la era de la IA (Miao et al., 2025; Miao y Cukurova, 2025).

II.2.4. Entornos virtuales

Sobre entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje [EVEA] se abordan los aspectos de la Figura 5

Figura 5

Esquema sobre entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje



Nota. Gráfico de elaboración propia.

Características de los EVEA. Los Entornos Virtuales de Enseñanza-Aprendizaje (EVEA) son plataformas digitales que ofrecen un espacio en línea donde se pueden llevar a

cabo diversas actividades educativas, como la impartición de clases de forma síncrona o asíncrona con explicaciones y tareas, la distribución de materiales, la realización de evaluaciones, y la colaboración en proyectos. En particular, en la comunidad autónoma de Castilla y León, donde se realiza esta investigación, las administraciones educativas han elegido Moodle para todos los centros educativos públicos de primaria y secundaria, e incorporado diversas aplicaciones Office 365. Algunas de estas aplicaciones como Teams que fueron diseñadas originalmente para facilitar la comunicación a distancia por videoconferencia o chat, se han desarrollado añadiendo funciones para la configuración, entrega y evaluación de tareas.

Los EVEA han ganado relevancia particularmente en el contexto de la educación a distancia y el aprendizaje híbrido, donde combinan la flexibilidad del aprendizaje en línea con la estructura de los métodos tradicionales. Según Anderson (2008), estos entornos permiten la superación de barreras geográficas y temporales, ofreciendo a los estudiantes la posibilidad de acceder a la educación desde cualquier lugar y en cualquier momento. Esta flexibilidad es esencial en un mundo cada vez más globalizado y en constante cambio. La pandemia de COVID-19 aceleró la adopción de los EVEA, demostrando su capacidad para mantener la continuidad educativa durante períodos de interrupción.

Uno de los principales beneficios de los EVEA es su capacidad para personalizar el aprendizaje. Estos entornos permiten a los docentes adaptar los contenidos y las actividades a las necesidades específicas de los estudiantes, facilitando un aprendizaje más individualizado. Según McLoughlin y Lee (2010), esta personalización es posible gracias a la amplia gama de herramientas que ofrecen los EVEA, como la creación de rutas de aprendizaje personalizadas, el acceso a recursos adicionales para estudiantes con diferentes niveles de habilidad, y la posibilidad de realizar evaluaciones adaptativas. Estas características permiten a los estudiantes

progresar a su propio ritmo y recibir apoyo cuando lo necesitan, haciendo la experiencia de aprendizaje más efectiva.

Los EVEA también promueven un aprendizaje activo y participativo, alejándose del modelo tradicional centrado en la enseñanza pasiva. A través de herramientas como foros de discusión, wikis, y plataformas de colaboración, los estudiantes pueden participar en actividades que fomentan la reflexión crítica, la discusión entre pares, y la construcción de conocimiento (Garrison y Anderson, 2003). Esta interacción no solo enriquece el proceso de aprendizaje, también prepara a los estudiantes para el trabajo en equipo y la resolución de problemas en entornos colaborativos, habilidades cada vez más valoradas en el mercado laboral.

Además, los EVEA ofrecen una evaluación continua del progreso de los estudiantes. A través de herramientas de evaluación como cuestionarios y tareas, los docentes pueden monitorear el desempeño de los estudiantes y proporcionar retroalimentación oportuna que ayuda a mantener a los estudiantes motivados y comprometidos con su proceso de aprendizaje. Según Nicol y Macfarlane-Dick (2006), este tipo de evaluación fomenta un aprendizaje más profundo, ya que permite a los estudiantes identificar áreas de mejora y trabajar en ellas.

Sin embargo, a pesar de los beneficios, la implementación y uso de los EVEA también presentan desafíos como la necesidad de infraestructura tecnológica adecuada, la capacitación de docentes y estudiantes o la necesidad de repensar las estrategias pedagógicas tradicionales para adaptarlas a un entorno virtual (Salmón, 2013). La superación de estos desafíos es crucial para garantizar que los EVEA puedan ser utilizados de manera efectiva y que los estudiantes puedan beneficiarse plenamente de las oportunidades de aprendizaje que ofrecen.

Evolución histórica de los EVEA. La evolución de los Entornos Virtuales de Enseñanza-Aprendizaje (EVEA) se remonta a las primeras iniciativas de educación a distancia que utilizaron tecnología para superar las limitaciones geográficas. A principios del siglo XX,

la educación a distancia se realizaba principalmente a través de la correspondencia postal, pero con el desarrollo de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), se comenzaron a explorar nuevas formas de enseñanza. En los años 1960 y 1970, la llegada de la televisión educativa y los primeros sistemas de enseñanza asistida por computadora sentaron las bases para lo que más tarde se convertiría en los EVEA (Harasim, 2000).

La verdadera transformación comenzó en los años 1990 con la expansión de Internet, que permitió la creación de plataformas más interactivas y accesibles. Durante este periodo, surgieron sistemas de gestión del aprendizaje (LMS, por sus siglas en inglés), como Blackboard y WebCT, que proporcionaban un espacio virtual para la distribución de contenidos y la comunicación entre estudiantes y profesores. Moodle, lanzado en 2002, representó un avance significativo al ser una plataforma de código abierto que ofrecía a las instituciones la flexibilidad de adaptarla a sus necesidades específicas (Dougiamas y Taylor, 2003). Desde entonces, los EVEA han seguido evolucionando, incorporando tecnologías emergentes como el aprendizaje móvil, la inteligencia artificial, y la analítica de aprendizaje, lo que ha ampliado sus capacidades y su impacto en la educación.

Bases teóricas y pedagógicas de los entornos virtuales. Los Entornos Virtuales de Enseñanza-Aprendizaje (EVEA) como Moodle están fundamentados en diversas teorías y enfoques pedagógicos que han moldeado su diseño y aplicación en la educación. Comprender estas bases teóricas es crucial para maximizar el potencial de estos entornos en el proceso educativo, ya que informan de las estrategias de enseñanza y aprendizaje que los docentes pueden emplear para fomentar un aprendizaje efectivo y significativo.

Constructivismo. El constructivismo es una teoría del aprendizaje que sostiene que los estudiantes construyen activamente su conocimiento a través de la interacción con el entorno y la reflexión sobre sus experiencias (Piaget y Inhelder, 1972; Vygotsky, 1978). En un contexto virtual, Moodle facilita este proceso al permitir que los estudiantes participen en actividades

interactivas, como foros de discusión, wikis, y proyectos colaborativos, donde pueden intercambiar ideas y construir conocimiento de manera conjunta (Alavi y Leidner, 2001). Además, Moodle posibilita la creación de tareas que fomentan la reflexión crítica y el aprendizaje autodirigido, alineándose con los principios constructivistas que enfatizan el papel activo del estudiante en el aprendizaje.

Conectivismo. Otra teoría relevante es el conectivismo, propuesto por Siemens (2005) y Downes (2012), que adapta el constructivismo al contexto de la era digital. El conectivismo sugiere que el conocimiento se distribuye a través de una red de conexiones, y que el aprendizaje ocurre cuando los individuos conectan nodos de información. Moodle, como EVEA, facilita este tipo de aprendizaje distribuido al permitir a los estudiantes acceder a una amplia variedad de recursos en línea, participar en comunidades de aprendizaje y crear sus propias redes de conocimiento (Kop y Hill , 2008). A través de herramientas como los blogs, los estudiantes pueden no solo consumir información, sino también contribuir activamente a la red de conocimiento, lo que refuerza el enfoque conectivista.

Aprendizaje colaborativo. El aprendizaje colaborativo es una base pedagógica para tener en cuenta en el diseño y uso de los EVEA. Enfatiza que el aprendizaje es un proceso social que se enriquece a través de la colaboración entre pares (Johnson & Johnson, 1989). Moodle facilita el aprendizaje colaborativo a través de diversas herramientas que permiten a los estudiantes trabajar juntos en tareas y proyectos. Por ejemplo, los grupos de trabajo en Moodle permiten la división del trabajo y la coordinación entre estudiantes, lo que fomenta habilidades de colaboración y comunicación, esenciales en el entorno de aprendizaje no tradicional (Dillenbourg, 1999). Además, Moodle posibilita la retroalimentación entre pares, que no solo mejora la calidad del aprendizaje, sino también promueve una cultura de cooperación y apoyo mutuo.

Aprendizaje autónomo y autorregulado. El aprendizaje autónomo y autorregulado también está estrechamente relacionado con el uso de EVEA como Moodle. Esta perspectiva pedagógica se basa en la idea de que los estudiantes deben ser capaces de gestionar su propio aprendizaje, estableciendo objetivos, monitorizando su progreso, y adaptando sus estrategias según sea necesario (Zimmerman, 2002). Moodle apoya este enfoque al proporcionar a los estudiantes acceso continuo a materiales educativos y recursos que pueden explorar a su propio ritmo. Además, las funcionalidades de Moodle, como los seguimientos de progreso y las autoevaluaciones, ayudan a los estudiantes a desarrollar habilidades de autorregulación, promoviendo una mayor autonomía en el aprendizaje (Schunk y Zimmerman, 2012). Para la presente investigación es importante el aprendizaje autónomo porque se pretende que los estudiantes adquieran mayor grado de autonomía en la realización de sus tareas y un papel más activo en su aprendizaje. La autorregulación no es factible en los primeros niveles de la ESO, ya que requiere un grado de compromiso, responsabilidad e implicación en el aprendizaje que adquieren progresivamente los estudiantes al aumentar su madurez.

Aprendizaje situado. Se destaca también el aprendizaje situado enfatizando cómo el conocimiento es más significativo cuando se aprende en contextos auténticos y relevantes (Lave y Wenger, 1991). Moodle permite la implementación de escenarios de aprendizaje auténticos a través de simulaciones, estudios de caso, y actividades que reflejan situaciones del mundo real. Esto no solo facilita la transferencia de conocimientos a contextos prácticos, sino que también aumenta la motivación de los estudiantes al ver la relevancia directa de lo que están aprendiendo (Brown et al., 1989).

Ventajas y desventajas de los EVEA. Los Entornos Virtuales de Enseñanza-Aprendizaje (EVEA) han transformado la educación al ofrecer nuevas formas de interactuar con el conocimiento y facilitar el aprendizaje en diversas circunstancias. Presentan tanto

ventajas como inconvenientes o desafíos que deben considerarse para maximizar su efectividad.

Ventajas de los EVEA. Se destacan las siguientes ventajas del uso de EVEA:

- Flexibilidad y accesibilidad: Una de las principales ventajas de los EVEA es la flexibilidad que ofrecen a los estudiantes y docentes. Estos entornos permiten acceder a los materiales de aprendizaje desde cualquier lugar y en cualquier momento. Según Anderson (2008), esta flexibilidad rompe las barreras geográficas y temporales, permitiendo una educación más inclusiva y accesible a una población más amplia.
- Aprendizaje personalizado: Los EVEA permiten una personalización del aprendizaje que no es fácilmente posible en entornos tradicionales. Los estudiantes pueden avanzar a su propio ritmo y los docentes pueden adaptar los contenidos y actividades a las necesidades individuales de cada estudiante. Esto fomenta un aprendizaje más profundo y significativo, ya que los estudiantes pueden concentrarse en áreas donde necesitan más apoyo (McLoughlin y Lee, 2010).
- Facilita la colaboración y el aprendizaje activo: Los EVEA están diseñados para promover la interacción y la colaboración entre los estudiantes a través de herramientas como foros, wikis y proyectos en grupo. Estas características no solo enriquecen el proceso de aprendizaje, sino que también desarrollan habilidades sociales y de trabajo en equipo, esenciales en el mundo profesional (Garrison y Anderson, 2003). Además, las actividades interactivas y el aprendizaje basado en proyectos, facilitados por los EVEA, promueven un aprendizaje activo y centrado en el estudiante.
- Evaluación continua y retroalimentación inmediata: Otra ventaja para destacar es la posibilidad de realizar evaluaciones continuas y ofrecer retroalimentación inmediata. Los docentes pueden utilizar herramientas de evaluación como cuestionarios en línea, pruebas automáticas, y tareas con retroalimentación instantánea, lo que ayuda a los

estudiantes a identificar y corregir errores rápidamente (Nicol y Macfarlane-Dick, 2006). Este enfoque mejora el proceso de aprendizaje al permitir ajustes en tiempo real y fomentar la autorregulación.

- Reducción de costos: Los EVEA pueden contribuir a la reducción de costos en la educación al minimizar la necesidad de infraestructura física, como aulas y materiales impresos. Además, permiten una gestión más eficiente de los recursos educativos, ya que los materiales pueden ser reutilizados y distribuidos digitalmente a un gran número de estudiantes sin costos adicionales significativos (Weller, 2007).

Desventajas de los EVEA. Se destacan los siguientes inconvenientes del uso de EVEA:

- Dependencia de la tecnología: Una de las principales desventajas de los EVEA es su fuerte dependencia de la tecnología. Los problemas técnicos, como la conectividad a internet inestable, fallos en los servidores, o la falta de dispositivos adecuados, pueden interrumpir el proceso de enseñanza-aprendizaje. Además, los estudiantes y docentes que no están familiarizados con la tecnología pueden encontrar dificultades para adaptarse a los EVEA, lo que puede afectar negativamente la experiencia educativa (Bates, 2005).
- Falta de interacción personal: Aunque los EVEA ofrecen herramientas de comunicación y colaboración, estas no pueden replicar completamente la interacción cara a cara que ocurre en un aula tradicional. La falta de contacto personal puede llevar a sentimientos de aislamiento y desmotivación en algunos estudiantes, especialmente aquellos que prosperan en entornos sociales (Rovai, 2002). Además, la comunicación en línea puede carecer de las sutilezas y el contexto que se encuentran en las interacciones presenciales, lo que puede dificultar la comprensión y la resolución de conflictos.

- Distracciones y autodisciplina: Estudiar en un entorno en línea requiere un alto nivel de autodisciplina y gestión del tiempo. Los estudiantes que carecen de estas habilidades pueden encontrar difícil mantenerse enfocados y completar sus tareas a tiempo, ya que los entornos virtuales pueden presentar muchas distracciones, como redes sociales y entretenimiento en línea (Parkes et al., 2015). La falta de un horario estructurado y la autonomía que ofrecen los EVEA pueden ser desafiantes para algunos estudiantes, lo que podría afectar su rendimiento académico.
- Riesgos de calidad y credibilidad de contenidos: Otra desventaja es la variabilidad en la calidad de los contenidos educativos disponibles en los EVEA. Mientras que algunas plataformas están diseñadas por expertos y ofrecen materiales de alta calidad, otras pueden no cumplir con los estándares educativos necesarios, lo que podría comprometer la efectividad del aprendizaje (Reeves, 2006). Además, la credibilidad de los títulos y certificados obtenidos a través de EVEA todavía puede ser cuestionada por algunas instituciones y empleadores.
- Desafíos en la evaluación: Evaluar el aprendizaje de manera confiable en un entorno virtual puede ser un desafío. Las pruebas en línea pueden ser susceptibles a trampas, y la autenticidad de las evaluaciones puede verse comprometida sin métodos adecuados de supervisión. Además, ciertas habilidades prácticas o sociales pueden ser difíciles de evaluar completamente en un entorno virtual (Bloxham y Boyd, 2007). Esto plantea la necesidad de desarrollar y utilizar métodos de evaluación innovadores que puedan capturar de manera efectiva el aprendizaje en línea.

Perspectivas futuras y tendencias de los EVEA. Los Entornos Virtuales de Enseñanza-Aprendizaje (EVEA) están en constante evolución, adaptándose a los cambios tecnológicos y a las nuevas demandas educativas. En los próximos años, se espera que estos entornos incorporen tecnologías emergentes que transformarán la manera en que se enseña y

se aprende, haciendo que la educación sea más accesible, personalizada y eficaz. Entre las principales tendencias y perspectivas futuras se encuentran la integración de la inteligencia artificial, el aprendizaje adaptativo, la analítica de aprendizaje y el avance hacia modelos educativos híbridos y personalizados.

Integración de la inteligencia artificial. Una de las tendencias más prometedoras en los EVEA es la integración de la inteligencia artificial (IA). Esta tecnología tiene el potencial de personalizar el aprendizaje a gran escala, adaptándose a las necesidades individuales de cada estudiante. Los sistemas de tutoría inteligente, por ejemplo, pueden proporcionar retroalimentación instantánea y personalizada, ayudando a los estudiantes a superar dificultades específicas en tiempo real (Zawacki-Richter et al., 2019). Moodle, ya está integrando funciones impulsadas por IA, como los análisis predictivos que alertan a los docentes sobre estudiantes en riesgo de bajo rendimiento (Baker y Siemens, 2014). Esta tendencia no solo mejora la experiencia de aprendizaje, sino que también optimiza la gestión educativa al permitir un seguimiento más preciso del progreso estudiantil.

Aprendizaje adaptativo. Otra tendencia clave es el aprendizaje adaptativo, que utiliza datos y algoritmos para ajustar el contenido educativo y las actividades de acuerdo con el ritmo y estilo de aprendizaje de cada estudiante. En Moodle, el aprendizaje adaptativo puede integrarse a través de módulos que se personalizan automáticamente basados en el rendimiento y la participación de los estudiantes (Dziuban et al., 2016). El aprendizaje adaptativo no solo mejora la eficiencia del proceso educativo, sino que también puede aumentar el compromiso de los estudiantes, ya que se sienten más apoyados en su proceso de aprendizaje.

Analítica de aprendizaje. La analítica de aprendizaje es otra área en la que se están realizando avances. Esta tecnología permite la recopilación y el análisis de grandes volúmenes de datos sobre la actividad de los estudiantes en los EVEA, proporcionando a los docentes y administradores información valiosa para mejorar la enseñanza y la toma de decisiones (Long

y Siemens, 2011). En Moodle, por ejemplo, la analítica de aprendizaje puede usarse para identificar patrones en el comportamiento de los estudiantes, predecir resultados académicos y personalizar intervenciones educativas (Romero y Ventura, 2020). A medida que esta tecnología sigue evolucionando, se espera que su uso se expanda, permitiendo una educación más precisa y basada en datos.

Modelos educativos híbridos y personalizados. También, el avance hacia modelos educativos híbridos y personalizados está configurando el futuro de los EVEA. La pandemia de COVID-19 aceleró la adopción de la educación en línea y reveló las ventajas de combinar la enseñanza presencial con la virtual (Bozkurt et al., 2020). En este contexto, Moodle y otros EVEA se están adaptando para soportar estos modelos híbridos, ofreciendo flexibilidad a los estudiantes y permitiendo a las instituciones educativas ampliar su alcance (Hodges et al., 2020). La personalización, facilitada por tecnologías como la IA y la analítica de aprendizaje, también está transformando los enfoques educativos, permitiendo a los estudiantes tomar un papel más activo en la gestión de su aprendizaje y adaptando los contenidos a sus necesidades individuales.

Moodle. Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) es una de las plataformas más reconocidas y utilizadas como Entorno Virtual de Enseñanza-Aprendizaje (EVEA).

Rasgos diferenciales de Moodle con otros EVEA. Aunque existen otras plataformas con características similares, Moodle se distingue por varios rasgos diferenciales que la convierten en una opción adecuada para instituciones educativas de todo el mundo.

- Código abierto y comunidad de desarrollo activa: Uno de los rasgos más distintivos de Moodle es su código abierto. A diferencia de otras plataformas que suelen ser soluciones comerciales con licencias propietarias, Moodle permite a los usuarios descargar, modificar y personalizar el software según sus necesidades específicas, sin

costos de licencia. Esta flexibilidad no solo reduce costos, sino que también permite la adaptación a diferentes contextos educativos (Dougiamas y Taylor, 2003). Además, la naturaleza de código abierto de Moodle ha fomentado una comunidad global de desarrolladores y usuarios que colaboran constantemente en la mejora de la plataforma, añadiendo nuevas funcionalidades y corrigiendo problemas.

- Flexibilidad y personalización: Una de las características destacadas de Moodle es su flexibilidad y personalización. Moodle permite a los administradores y docentes diseñar cursos según las necesidades específicas de los estudiantes y los objetivos de aprendizaje. Esto incluye la capacidad de estructurar el contenido en módulos o temas, adaptar la interfaz de usuario, y personalizar la experiencia de aprendizaje mediante la incorporación de una variedad de recursos, actividades y bloques (Dougiamas & Taylor, 2003). Los usuarios pueden añadir y modificar funcionalidades mediante plugins (https://moodle.org/plugins/?q=), que permiten extender las capacidades de la plataforma en áreas como la evaluación, la gamificación, y la integración con herramientas externas. Esta flexibilidad también se extiende a la gestión de usuarios, roles y permisos, permitiendo definir quién puede acceder a qué recursos y en qué condiciones, proporcionando un control más fino y personalizado sobre la seguridad y el uso de los datos.
- Enfoque pedagógico constructivista: Moodle fue diseñado con un enfoque pedagógico constructivista, que promueve el aprendizaje activo y centrado en el estudiante. A diferencia de otros EVEA que pueden centrarse más en la entrega de contenido, Moodle permite poner énfasis en la interactividad y la colaboración a través de herramientas como foros, wikis, y talleres. Este enfoque está alineado con teorías educativas que abogan por la construcción del conocimiento a través de la interacción y la reflexión,

lo que hace de Moodle una plataforma adecuada para enfoques pedagógicos innovadores (Cole y Foster, 2008).

- Escalabilidad y soporte multilingüe: Moodle se destaca por su escalabilidad y soporte multilingüe, lo que significa que puede ser utilizado tanto por pequeñas instituciones como por universidades con miles de estudiantes, gracias a su capacidad para manejar grandes volúmenes de usuarios y datos. Además, Moodle es compatible con múltiples idiomas, lo que facilita su adopción en diferentes regiones del mundo. Esta característica lo diferencia de plataformas que pueden estar más limitadas en cuanto a escalabilidad o que no ofrecen un soporte multilingüe robusto (Dougiamas & Taylor, 2003).
- Capacidad de integración y compatibilidad con estándares: Moodle tiene la capacidad de integración con otras plataformas y herramientas educativas. Permite conectar con una amplia variedad de servicios externos, como sistemas de videoconferencia, repositorios de contenido, bibliotecas digitales, y herramientas de análisis de aprendizaje. Es compatible con estándares internacionales como SCORM (Sharable Content Object Reference Model) y LTI (Learning Tools Interoperability), lo que facilita la importación y exportación de contenidos de aprendizaje y la integración con otros sistemas de gestión académica. Esta compatibilidad es esencial para instituciones que desean crear un ecosistema de aprendizaje en línea, donde diversas herramientas y plataformas puedan trabajar juntas sin problemas (Sclater, 2008) y se puedan satisfacer las diversas necesidades educativas de cada institución (Stahl et al., 2006).
- Costo y accesibilidad: El costo es un factor diferencial significativo. Como plataforma de código abierto, Moodle puede ser utilizado sin incurrir en los costos de licencia asociados con otras plataformas comerciales. Además, la accesibilidad de Moodle cumple con los estándares internacionales de accesibilidad web como WCAG 2.1, lo

que lo convierte en una opción inclusiva para estudiantes con diversas necesidades (Boticario y Santos, 2007). Este enfoque inclusivo y económico hace de Moodle una opción viable para instituciones que buscan maximizar el acceso a la educación sin sacrificar la calidad.

Funcionalidades de Moodle. Moodle permite a los docentes crear experiencias de aprendizaje interactivas, personalizadas y colaborativas. Su arquitectura modular y de código abierto permiten la personalización y expansión, lo que ha contribuido a su adopción por instituciones educativas de todo el mundo.

- Gestión de la evaluación del aprendizaje: Una de las funcionalidades clave de Moodle es su capacidad para gestionar y facilitar la evaluación del aprendizaje. Moodle ofrece una variedad de herramientas para la creación de actividades de evaluación, como cuestionarios, tareas, foros, y talleres. Los cuestionarios, por ejemplo, pueden incluir diferentes tipos de preguntas (de opción múltiple, verdadero/falso, ensayo, etc.), y ofrecen la posibilidad de retroalimentación automática, temporización y evaluación diferida (Nicol, 2007). Además, las tareas pueden ser calificadas directamente en línea, permitiendo a los docentes proporcionar retroalimentación detallada y realizar evaluaciones formativas. La función de calificaciones de Moodle centraliza las evaluaciones de todas las actividades del curso en un libro de calificaciones, lo que facilita el seguimiento del progreso de los estudiantes.
- Comunicación y colaboración: La comunicación y colaboración son también aspectos fundamentales en Moodle. La plataforma ofrece herramientas como foros de discusión, chats en tiempo real, y wikis que facilitan la interacción entre estudiantes y docentes, así como entre los mismos estudiantes. Estas herramientas promueven un aprendizaje social y colaborativo, donde los estudiantes pueden compartir ideas, resolver problemas en conjunto, y construir conocimiento de manera colectiva (Garrison y Anderson,

2003). Además, Moodle permite la creación de grupos de trabajo, lo que facilita la gestión de actividades colaborativas y personalizadas para subgrupos dentro de un curso más amplio.

- Creación de actividades y recursos: Moodle permite crear actividades e incorporar diversos tipos de recursos y posibilita que las instrucciones y materiales de aprendizaje puedan ser asignados a estudiantes con diferentes necesidades.
- Herramientas de analítica de aprendizaje: Moodle incluye herramientas avanzadas de analítica de aprendizaje que permiten a los docentes y administradores monitorear el rendimiento de los estudiantes y detectar patrones de comportamiento que puedan indicar problemas o áreas de mejora. Estas herramientas pueden proporcionar informes detallados sobre la participación en el curso, la finalización de actividades, y las calificaciones obtenidas, lo que facilita la toma de decisiones informadas para mejorar el diseño del curso y apoyar a los estudiantes (Long y Siemens, 2011).

Estándares e indicadores para evaluar una formación con Moodle. La evaluación de la efectividad de la formación en entornos virtuales, como Moodle, permite asegurar que los objetivos educativos se están cumpliendo e identificar áreas de mejora. Para ello, es necesario establecer estándares e indicadores claros que guíen el proceso de evaluación. Estos estándares pueden abarcar diversos aspectos del entorno de aprendizaje, incluyendo la calidad del contenido, la interacción entre los participantes, la satisfacción de los estudiantes, y el impacto en el aprendizaje. Al combinar estos estándares e indicadores, las instituciones pueden realizar una evaluación comprensiva y precisa de la calidad y efectividad de la formación ofrecida a través de Moodle.

Uno de los marcos más reconocidos para la evaluación de la calidad en la educación en línea es el Quality Matters (QM), que ofrece un conjunto de estándares específicos para el diseño de cursos en línea. Estos estándares incluyen la claridad de los objetivos de aprendizaje,

la alineación entre las actividades y las evaluaciones, la accesibilidad del contenido, y la efectividad de las herramientas de comunicación utilizadas en el curso (Quality Matters, 2018). Aplicar estos estándares a un curso en Moodle permite evaluar la coherencia del diseño y la experiencia del usuario, garantizando que el curso esté estructurado de manera que apoye el aprendizaje efectivo.

Además de los estándares, los indicadores de desempeño permiten evaluar el éxito de la formación. Indicadores como la tasa de finalización del curso, el nivel de participación en las actividades, las calificaciones obtenidas, y las encuestas de satisfacción de los estudiantes proporcionan datos cuantitativos y cualitativos que ayudan a medir el impacto del curso. Por ejemplo, un alto nivel de participación en foros de discusión y otras actividades interactivas puede indicar que los estudiantes están comprometidos y colaborando activamente, lo que es un buen indicador de un entorno de aprendizaje efectivo (Anderson, 2008).

También la analítica de aprendizaje integrada en Moodle que permite rastrear y analizar el progreso de los estudiantes proporciona datos que permiten realizar ajustes en el diseño del curso para mejorar los resultados de aprendizaje (Long y Siemens, 2011).

Impacto de Moodle en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Moodle, como uno de los entornos virtuales de enseñanza-aprendizaje (EVEA) más utilizados en el mundo, ha tenido un impacto significativo en la manera en que se realiza la educación en diversos contextos. Su influencia se extiende tanto a la pedagogía como a la gestión educativa, ofreciendo una plataforma flexible y accesible que facilita el aprendizaje en línea y mixto. Este impacto se manifiesta en la mejora de la calidad educativa, la promoción de la participación activa de los estudiantes, la optimización de la evaluación y retroalimentación y el apoyo de la inclusión educativa.

En términos de calidad educativa, según Bernard et al. (2014), el uso de Moodle facilita la integración de recursos multimedia y actividades interactivas que pueden mejorar la

comprensión de los contenidos y mantener el interés de los estudiantes. Esto no solo incrementa la calidad del aprendizaje, sino que también permite a los docentes implementar enfoques pedagógicos como el aprendizaje basado en problemas o el aula invertida, que se han mostrado efectivos en la mejora de los resultados académicos (Cristancho Cárdenas & Cristancho Cárdenas, 2018; Rodríguez Jiménez et al., 2024)

En cuanto a la participación activa de los estudiantes, la plataforma proporciona múltiples herramientas que fomentan la interacción y colaboración. Según Hrastinski (2009), estos elementos colaborativos son esenciales para crear comunidades de aprendizaje en línea donde los estudiantes pueden compartir conocimientos y apoyarse mutuamente. Además, la posibilidad de acceder a los materiales y actividades en cualquier momento y lugar permite a los estudiantes aprender a su propio ritmo, lo que contribuye a un aprendizaje más autónomo y autorregulado (Ertmer y Ottenbreit-Leftwich, 2010).

En cuanto a la evaluación y retroalimentación, Moodle ofrece herramientas que permiten a los docentes realizar un seguimiento detallado del progreso de los estudiantes y proporcionar retroalimentación en tiempo real. La plataforma permite una evaluación más diversificada y adaptada a diferentes necesidades educativas (Jaggars y Xu, 2016). Esta capacidad para realizar evaluaciones continuas y formativas permite identificar áreas de mejora y ajustar las estrategias pedagógicas de manera oportuna. Además, la retroalimentación rápida y específica que Moodle facilita es fundamental para el desarrollo de competencias y habilidades, ayudando a los estudiantes a comprender mejor sus fortalezas y debilidades.

El uso de Moodle también ha contribuido a la inclusión educativa, permitiendo a estudiantes con diferentes necesidades y circunstancias acceder a una educación de calidad. La flexibilidad de la plataforma para integrar diferentes formatos de contenido (texto, audio, video) y su accesibilidad desde diversos dispositivos han hecho posible que más estudiantes participen activamente en su proceso educativo, independientemente de su ubicación

geográfica o situación personal (Al-Azawei et al., 2016). Este impacto inclusivo es especialmente relevante en contextos donde el acceso a la educación presencial es limitado, como en áreas rurales o durante situaciones de emergencia, como la pandemia de COVID-19.

También se valora el impacto de Moodle en la gestión educativa. La plataforma ofrece a las instituciones educativas una solución integral para la administración de cursos, el seguimiento del rendimiento académico y la comunicación entre docentes, estudiantes y administradores. Esto no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también facilita la toma de decisiones basada en datos, lo que puede llevar a mejoras continuas en la calidad educativa (Dobre, 2015).

Desafíos en la implementación y uso de Moodle. La implementación y el uso de Moodle en el contexto educativo presentan una serie de desafíos que deben ser abordados para garantizar su éxito. Estos desafíos pueden ser técnicos, pedagógicos, o relacionados con la gestión y adaptación al cambio, y pueden afectar la eficacia con la que Moodle se integra en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Identificar y comprender estos obstáculos es importante para superarlos y maximizar el potencial de Moodle en la educación.

Uno de los desafíos más destacado es el desarrollo de competencias tecnológicas entre docentes y estudiantes. Moodle, como cualquier otro entorno virtual de enseñanza-aprendizaje (EVEA), requiere un nivel básico de competencia digital para ser utilizado de manera efectiva. Muchos docentes y estudiantes, especialmente aquellos en contextos donde la educación en línea es un fenómeno relativamente nuevo, pueden enfrentar dificultades al interactuar con la plataforma. Según Eynon y Malmberg (2011), la falta de habilidades tecnológicas puede limitar la capacidad de los docentes para diseñar actividades de aprendizaje efectivas y de los estudiantes para aprovechar al máximo las herramientas que ofrece Moodle. Para superar este desafío, es fundamental proporcionar capacitación continua y recursos de apoyo tanto para docentes como para estudiantes.

Otro desafío relevante es la resistencia al cambio por parte de los docentes y las instituciones educativas. La implementación de Moodle implica un cambio sustancial en las prácticas pedagógicas tradicionales, lo que puede generar resistencia entre los docentes que prefieren los métodos de enseñanza convencionales. Como señalan Rogers (2003), la adopción de nuevas tecnologías educativas requiere un cambio en la mentalidad y la cultura organizacional, lo que no siempre es fácil de lograr. La resistencia al cambio puede manifestarse en la falta de motivación para aprender a utilizar Moodle, la negativa a integrar plenamente la plataforma en el currículo, o incluso en el uso mínimo de sus funcionalidades. Para mitigar esta resistencia, es necesario involucrar a los docentes en el proceso de implementación desde el principio, proporcionándoles formación y apoyo, y demostrando cómo Moodle puede mejorar su práctica pedagógica.

Además, los problemas técnicos y de infraestructura representan un desafío en la implementación de Moodle. La plataforma requiere una infraestructura tecnológica adecuada, que incluye servidores confiables, acceso a internet de alta velocidad, y dispositivos compatibles. En muchas regiones, especialmente en áreas rurales o en países en desarrollo, la falta de esta infraestructura puede limitar el uso de Moodle. Según Unwin et al. (2010), la desigualdad en el acceso a la tecnología sigue siendo un obstáculo importante para la educación en línea. Los problemas técnicos, como caídas del servidor, lentitud en la carga de contenidos, o incompatibilidad con ciertos dispositivos, también pueden frustrar a los usuarios y reducir la eficacia de la plataforma. Es esencial que las instituciones educativas aseguren la infraestructura necesaria antes de implementar Moodle, y que proporcionen soporte técnico continuo para resolver cualquier problema que surja.

Otro desafío clave es el diseño pedagógico efectivo dentro de Moodle. Aunque la plataforma ofrece una amplia gama de herramientas y recursos, el éxito de su implementación depende en gran medida de cómo se diseñen y estructuren los cursos. Un mal diseño

pedagógico puede llevar a una experiencia de usuario deficiente, donde los estudiantes se sienten abrumados o desconectados del proceso de aprendizaje (Bennett et al., 2008). Los docentes deben ser capaces de diseñar actividades que sean interactivas, alineadas con los objetivos de aprendizaje, y que utilicen adecuadamente las herramientas de Moodle. Esto requiere una comprensión profunda no solo de la plataforma, sino también de las teorías pedagógicas subyacentes y de cómo pueden aplicarse en un entorno virtual. La capacitación en diseño instruccional y el acceso a recursos pedagógicos son esenciales para superar este desafío.

También el seguimiento y evaluación del aprendizaje dentro de Moodle puede presentar desafíos. Aunque la plataforma proporciona herramientas para la evaluación continua, como cuestionarios y tareas, la interpretación de los datos de aprendizaje y el uso de la analítica de aprendizaje pueden ser complicados para algunos docentes (Long y Siemens, 2011). El uso efectivo de estas herramientas requiere no solo habilidades técnicas, sino también una comprensión de cómo los datos pueden informar la práctica pedagógica. Además, la evaluación en línea plantea cuestiones sobre la autenticidad y la integridad académica, lo que puede ser difícil de gestionar en un entorno virtual (Rowe, 2004) . Las instituciones deben desarrollar políticas claras y proporcionar formación en la interpretación y uso de la analítica de aprendizaje, así como en la implementación de estrategias para garantizar la integridad en las evaluaciones.

III. Marco metodológico

III.1. Tipo de investigación.

La presente investigación se enmarca en un enfoque de investigación-acción, al tratar un problema real en un contexto educativo concreto (Kemmis, 2010). Se aborda la mejora del aprendizaje del alumnado en matemáticas mediante la implementación de acciones como el uso de un chatbot específico, planes de formación docente y herramientas de autoevaluación SELFIE (Timotheou et al., 2023; Villagrá Sobrino et al., 2022), permitiendo a los agentes implicados, especialmente al profesorado, participar activamente en todas las fases del proceso: desde la identificación del problema hasta la implementación de estrategias y su evaluación.

Por su finalidad, se trata de una investigación aplicada, ya que busca generar soluciones prácticas y transferibles a situaciones reales, en lugar de producir conocimiento teórico abstracto. En cuanto al enfoque metodológico, se adopta una perspectiva mixta, integrando técnicas cuantitativas, como cuestionarios estructurados, pruebas estandarizadas y análisis estadísticos, con herramientas cualitativas, como observaciones, diarios de clase, portafolios reflexivos y discusiones grupales. Esta combinación favorece una comprensión profunda tanto de los resultados como de los procesos de cambio.

En relación con el grado de control de las variables, se trata de una investigación no experimental, ya que no se manipulan variables de forma intencional, sino que se analizan los efectos de las acciones en condiciones naturales. Además, desde el punto de vista de la temporalidad, puede considerarse una investigación longitudinal pues se desarrollan varias fases de intervención y seguimiento a lo largo del tiempo.

Por último, el carácter colaborativo y transformador de la experiencia sitúa esta investigación dentro de la categoría de investigación-acción participativa, en la que la docente actúa como investigadora de su propia práctica, favoreciendo la reflexión crítica, la innovación pedagógica y el empoderamiento profesional.

III.2. Nivel de investigación.

Esta investigación se incluye dentro del nivel aplicativo, ya que su objetivo principal es intervenir en una realidad específica para mejorarla, mediante la aplicación de conocimientos y la implementación de acciones concretas. En este caso, se trata de mejorar el aprendizaje en matemáticas mediante el uso de tecnología educativa y el fortalecimiento de la competencia docente en un centro educativo rural, el IES Los Valles de Camarzana de Tera. Esta investigación parte del conocimiento existente para transformar la práctica educativa en un contexto específico donde la investigadora no sólo explora y describe, sino que aplica estrategias implementando acciones para mejorar la situación de partida. En concreto, la investigación se fundamenta en la aplicación de estrategias innovadoras como el uso de un chatbot de apoyo al aprendizaje, planes de formación para el profesorado y procesos de autoevaluación institucional como SELFIE con el propósito de mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje, con impacto directo en el alumnado y en el centro educativo. Esta orientación transformadora, unida a la implicación activa del profesorado en el diseño, implementación y revisión de las acciones, refuerza su carácter aplicado y práctico. Además, el uso de herramientas como guías de observación, portafolios, diarios, pruebas y análisis estadísticos indica un enfoque sistemático y riguroso para validar los cambios introducidos en el aula, lo que también refuerza su carácter aplicado y su finalidad transformadora.

El nivel de investigación aplicado se complementa con un enfoque de mejora continua, propio de la investigación-acción, lo que permite no solo obtener resultados relevantes para el contexto estudiado, sino también generar aprendizajes extrapolables a otros centros educativos con características similares.

III.3. Investigación-acción

La investigación-acción es una metodología de investigación, especialmente relevante en educación, que busca mejorar las prácticas mediante la participación de los implicados (Colmenares y Piñero, 2008; Kemmis et al., 2014). Básicamente, combina la investigación científica con la acción práctica y está orientada a resolver problemas específicos en contextos reales mientras se genera conocimiento aplicable. Se caracteriza por integrar a los participantes como coinvestigadores en un proceso cíclico o iterativo, por su enfoque práctico y contextualizado centrándose en mejorar las prácticas reales del entorno donde se aplica más que en comprenderlas teóricamente y por el aprendizaje basado en la acción. Aunque es predominantemente cualitativa, puede incorporar elementos cuantitativos para mayor objetividad (Martínez González, 2007). Según Hernández Sampieri et al. (2014) "Los diseños investigación-acción también representan una forma de intervención y algunos autores los consideran diseños mixtos, pues normalmente recolectan datos cuantitativos y cualitativos, y se mueven de manera simultánea entre el esquema inductivo y el deductivo" (p. 500).

En el ámbito educativo ha transformado prácticas mediante la innovación curricular, la mejora de programas escolares y del desarrollo profesional, destacándose por promover cambios significativos tanto en las prácticas individuales como en las organizaciones sociales (Elliott, 2005; Martínez González, 2007).

Hay que destacar también cómo esta metodología según la finalidad de los participantes y el contexto de aplicación puede integrar la reflexión personal del investigador sobre su propia práctica, la colaboración entre prácticos e investigadores para conectar ideas y valores compartidos y aplicarse en comunidades más amplias para abordar problemáticas globales (Carr & Kemmis, 1988; Elliott, 2015).

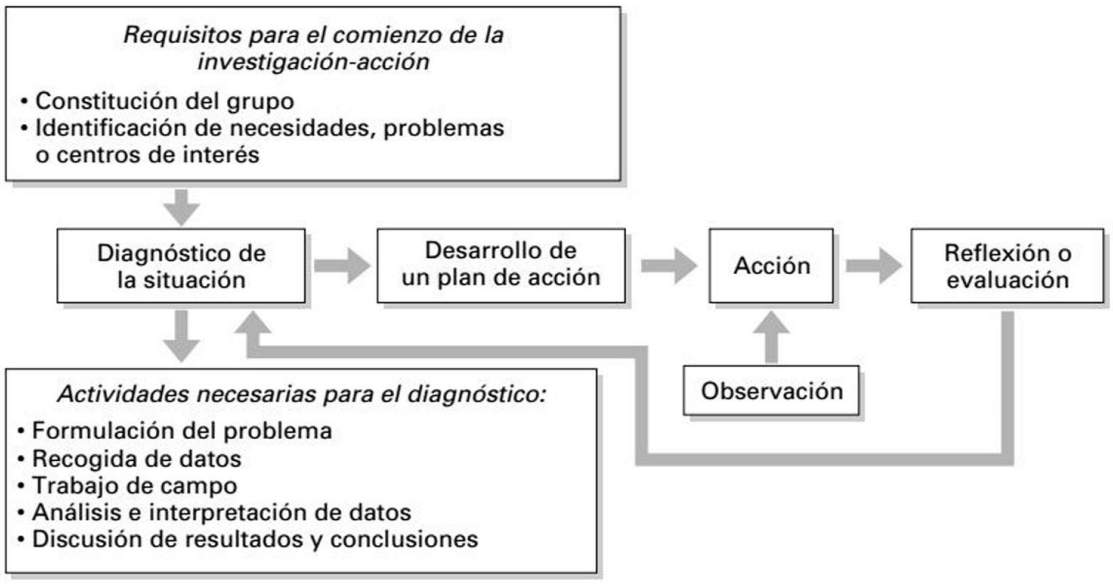
El proceso cíclico de la investigación denominado "espiral de investigación-acción" está compuesto por las fases de planificación, acción, observación y reflexión (Carr & Kemmis,

1988). Estas fases, organizadas en procesos constructivos asociados a las dos primeras y reconstructivos a las dos últimas, se desarrollan en ciclos que permiten ajustes continuos en las prácticas. Elliot (2005) sugiere al menos tres ciclos para lograr mejoras significativas, aunque puede alcanzarse antes un ciclo de saturación si no se identifican avances sin cambios mayores.

En la Figura 6, Colás y Buendía, (1994) señalan las fases y secuencias que componen la metodología de Investigación-Acción.

Figura 6

Fases y secuencias de la metodología investigación-acción



Nota. Extraído de Colás y Buendía, (1994).

El punto de partida es hacer un diagnóstico para la identificación del problema, donde se analiza la situación problemática en colaboración con los actores implicados. En este paso, se definen los objetivos a alcanzar en base a las necesidades reales del contexto. A continuación, se pasa a la fase de planificación, en la que se diseñan estrategias para abordar el problema. Esto incluye la selección de métodos y herramientas para recopilar datos y evaluar los avances, además de establecer un plan de acción claro que guíe las intervenciones. En la fase de acción, se implementan las estrategias diseñadas. Esta etapa no solo implica realizar cambios o intervenciones, sino también observar de cerca cómo estos afectan al problema

identificado. La observación se lleva a cabo simultáneamente a la acción, recopilando datos sobre lo que sucede durante la intervención. Estos datos, que pueden ser cualitativos o cuantitativos, permiten documentar y analizar los resultados obtenidos. Posteriormente, en la fase de reflexión, se interpretan los datos y se evalúa el impacto de las acciones realizadas. Este paso implica comparar los resultados con los objetivos iniciales, identificando los éxitos, los desafíos y los aspectos que necesitan ajustes, comenzando el siguiente ciclo con la replanificación para identificar mejoras y diseñar nuevas estrategias con base en la reflexión anterior. Este ciclo iterativo permite una mejora constante en la situación investigada, asegurando que cada paso construya sobre el anterior.

III.4. Población

III.4.1. Entorno geográfico y socioeconómico

La investigación se ha desarrollado en el Instituto de Enseñanza Secundaria (IES) Los Valles situado en la localidad de Camarzana de Tera de la provincia de Zamora, en Castilla y León. El municipio ha experimentado una disminución de la población progresiva en los últimos años, contando en 2024 con cerca de 750 habitantes según datos del Instituto Nacional de Estadística (INE). Esta tendencia de descenso poblacional es común en muchas zonas rurales de España, donde factores como la falta de oportunidades laborales, el envejecimiento de la población y la migración hacia áreas urbanas han propiciado la reducción de la población en las últimas décadas.

La economía de Camarzana de Tera y su entorno se sustenta en una combinación de los tres sectores productivos. El sector primario que tradicionalmente cuenta con una amplia dedicación a la ganadería y la agricultura con producción de productos locales como quesos, embutidos y vinos se complementa con los demás sectores que han ido creciendo en los últimos años. El sector secundario está presente a través de pequeñas industrias locales, como la planta de hormigones o la producción de licores y el sector servicios tiene gran relevancia en la vida

cotidiana de la población, abarcando comercio, hostelería, salud, seguridad, educación y otros servicios esenciales. El turismo rural también está creciendo, aprovechando el patrimonio natural y cultural del entorno de Camarzana de Tera que forma parte del parque micológico "Montes del Noroeste Zamorano" y cuenta con yacimientos arqueológicos de la época romana como la Villa de Orpheus.

III.4.2. Características del centro educativo

Camarzana de Tera tiene dos centros de enseñanza públicos, uno de Educación Primaria y otro de Secundaria. El IES Los Valles es un centro rural de pequeño tamaño que ofrece enseñanzas de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y Bachillerato, en las modalidades de Ciencias y Tecnología, y Humanidades y Ciencias Sociales. Dispone de dos líneas en la ESO, aunque en los cursos de primero y segundo el número de grupos puede variar según la matrícula y en Bachillerato se imparte un grupo por modalidad. También cuenta con un grupo de Diversificación Curricular para cada nivel de 3º y 4º de ESO. Durante el curso 2024-2025, el centro ha implantado dos programas educativos de la Junta de Castilla y León: el programa AERDECYL, centrado en el refuerzo de competencias lingüísticas y matemáticas mediante el uso de entornos digitales, y el programa de Éxito Educativo para 1º de ESO, orientado al refuerzo de estas mismas competencias junto con técnicas de estudio.

Profesorado. El claustro del IES Los Valles está compuesto por aproximadamente 35 docentes, con una tasa de renovación anual del 30 al 40 %. El centro cuenta también con dos maestras especialistas, una en pedagogía terapéutica y otra en audición y lenguaje, que imparten algunas horas semanales. Existe una alta movilidad hacia núcleos rurales mayores o áreas urbanas cercanas y el profesorado con destino definitivo suele permanecer en el centro alrededor de dos años, salvo un tercio de ellos que continúa más tiempo asumiendo cargos en equipos directivos o jefaturas de departamento. Algunos puestos clave, como la coordinación TIC, presentan inestabilidad, lo que dificulta el mantenimiento de planes de mejora como el

plan TIC del centro. No obstante, el compromiso del equipo directivo ha facilitado que el centro mantenga desde el curso 2018-2019 la certificación CoDiCe TIC en su nivel más alto, y haya obtenido también la certificación Leo TIC, que integra las competencias lingüísticas y digitales. La formación del profesorado, con especial atención a la competencia digital, ha sido una prioridad a través de diversos planes formativos impulsados, desarrollados y evaluados con la participación activa de la investigadora.

Alumnado. El alumnado del IES Los Valles procede de unas 60 localidades del entorno rural. Desde el curso 2018-2019, el número de estudiantes ha disminuido progresivamente hasta estabilizarse en torno a los 160 en los últimos cinco años, debido principalmente a la despoblación rural, el bajo índice de natalidad y el creciente interés por estudios de Formación Profesional. Las ratios por aula varían según el nivel educativo y el tipo de materia, siendo inferiores a los máximos establecidos por la normativa educativa. En algunas asignaturas optativas y de modalidad, especialmente en Bachillerato, se registran ratios muy reducidos, con grupos de tan solo 3 o 4 alumnos.

Familias. Las familias del alumnado del IES Los Valles pertenecen, en su mayoría, a un nivel socioeconómico medio, predominando los trabajadores autónomos con estudios medios. Existe una minoría de origen extranjero, procedente principalmente de países latinoamericanos, Bulgaria o Marruecos, cuyo nivel socioeconómico y cultural suele ser más bajo. La participación familiar en la vida del centro es limitada, con representación en el consejo escolar y en la asociación de madres y padres (AMPA), aunque sin una implicación activa. Su colaboración se centra en el seguimiento académico de sus hijos y en cuestiones relacionadas con la convivencia escolar.

Recursos e instalaciones. El IES Los Valles dispone de recursos tecnológicos actualizados, con todas sus aulas equipadas con paneles digitales y conexión a internet, fruto de una mejora continua impulsada por programas como Escuelas Conectadas y NextGeneration

EU. El centro cuenta también con espacios comunes dotados de equipamiento informático, como el aula de informática, el laboratorio de idiomas, el aula de audiovisuales y el aula del futuro, recientemente creada e inspirada en el proyecto Future Classroom Lab (FCL) de European Schoolnet. A raíz de la pandemia de COVID-19, se intensificaron los esfuerzos para dotar al centro de tecnología educativa y para formar al profesorado y al alumnado en competencias digitales, mejorando así la integración de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Proyectos y programas destacados. A lo largo de los años, el IES Los Valles ha demostrado un firme compromiso con la mejora continua a través de su participación en numerosos programas y proyectos educativos. Durante el periodo de investigación, el centro ha desarrollado iniciativas de innovación dentro del programa interautonómico de observa-acción entre Cantabria y Castilla y León, así como una colaboración internacional con Portugal. Ha participado en pilotajes de herramientas digitales como Walinwa, orientada a la mejora de la competencia lingüística, y en el programa Líderes Digitales de la Fundación Telefónica para promover un uso responsable de la tecnología. Asimismo, ha impulsado la vocación científica en las alumnas a través de su participación en el programa STEM Talent Girl. El centro forma parte de la red de centros de Educación Responsable de la Fundación Botín, y promueve hábitos de vida saludable mediante el Programa Escolar de Frutas, Hortalizas y Leche. En el ámbito tecnológico, realiza autoevaluaciones periódicas con la herramienta SELFIE y refuerza la formación docente mediante planes específicos centrados, especialmente, en la competencia digital.

Proyecto "Aula virtual para pendientes". El proyecto de innovación educativa "Aula Virtual para Pendientes" desarrollado en el Instituto de Enseñanza Secundaria (IES) Los Valles durante el curso escolar 2015-2016 (Giraldo, 2017), surgió por la preocupación de los docentes ante las dificultades que encontraban en el aula presencial para reforzar conocimientos de

determinadas materias no adquiridos o no desarrollados suficientemente por el alumnado durante el curso académico anterior. Como respuesta a las medidas insuficientes planteadas por los diferentes departamentos didácticos para el seguimiento del aprendizaje de este tipo de alumnado y a la falta de horarios específicos en la jornada escolar para actividades de refuerzo, se implementaron cursos online de recuperación de conocimientos considerados esenciales para el desarrollo de las competencias básicas.

- **Objetivos:** El objetivo principal era atender a las necesidades de los estudiantes con materias pendientes de cursos anteriores mediante un entorno virtual de enseñanza-aprendizaje, lo que conllevaba diseñar cursos e-learning para extender el apoyo académico fuera del aula presencial, estimular el interés por las diferentes áreas de conocimiento, fomentar que los estudiantes aprendieran a aprender, desarrollar sus habilidades digitales y mejorar su rendimiento académico, así como promover su autonomía.
- **Metodología:** El diseño del proyecto se basó en el modelo ADDIE, que incluye las fases de Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación (Williams et al., s.f.; Branch, 2009).

En la fase inicial, se llevó a cabo un análisis de la situación de partida en relación con los docentes, el alumnado, su entorno familiar y el centro educativo para determinar las necesidades tanto formativas como tecnológicas u organizativas. La fase de diseño se centró en definir el enfoque pedagógico y establecer una estructura coherente para la secuenciación y organización de los contenidos, los cuales son desarrollados en la siguiente fase, dedicada a la creación de materiales y recursos de aprendizaje. Durante la implementación de la acción formativa, se activó la participación de los estudiantes, así como la intervención docente, quienes asumen un rol clave en la dinamización del proceso. Finalmente, la fase de evaluación, que puede conducir al ajuste y replanteamiento de las etapas previas, se realizó en tres niveles: una evaluación inicial para diagnosticar necesidades específicas, una evaluación formativa que

se desarrolló de manera continua a lo largo del proceso de instrucción, y una evaluación sumativa para valorar los resultados al finalizar la acción formativa.

Estas fases permitieron una planificación estructurada, desde el diagnóstico de necesidades hasta la creación y ejecución de los cursos en línea adaptados para las diferentes materias y niveles. Los docentes asumieron roles múltiples de diseñadores, facilitadores virtuales y evaluadores al seleccionar y/o crear actividades y recursos para el aprendizaje, guiar al alumnado, dándole pautas e instrucciones y hacer un seguimiento individualizado de su aprendizaje, resolviendo dudas y proporcionando retroalimentación individualizada a sus trabajos.

- ***Muestra:*** El proyecto involucró a 12 docentes que suponían el 34 % del profesorado del IES Los Valles en ese curso escolar, pertenecientes a los departamentos didácticos de Matemáticas, Física y Química, Tecnología, Inglés, Cultura clásica, Geografía e Historia y Filosofía y a 43 estudiantes de los distintos niveles de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y de Bachillerato con alguna de esas materias pendiente que representaban el 17% de todo el alumnado del centro educativo y el 54 % del alumnado con materias pendientes.
- ***Instrumentos:*** Para llevar a cabo el proyecto se emplearon diversos instrumentos que permitieron tanto el análisis inicial como el seguimiento y la evaluación de los resultados. En la fase de análisis, se utilizaron encuestas dirigidas a estudiantes, profesores y familias con el fin de identificar necesidades específicas relacionadas con las asignaturas pendientes, así como las capacidades tecnológicas disponibles en el entorno familiar y educativo. Asimismo, se realizó un análisis DAFO para examinar las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas del centro en relación con la implementación del proyecto. Además, se llevó a cabo un inventario de los equipos tecnológicos disponibles en el centro educativo para determinar los recursos necesarios.

Para el seguimiento y evaluación del proyecto, se emplearon rúbricas y cuestionarios destinados a medir el aprendizaje de los estudiantes y la eficacia de la acción formativa. Los estudiantes participaron activamente a través de autoevaluaciones para valorar su propio progreso, mientras que los docentes y el equipo del proyecto utilizaron listas de verificación (check-list) para evaluar tanto el desarrollo de cada fase del modelo ADDIE como el conjunto del proyecto al finalizar. Estos instrumentos permitieron una monitorización continua y una evaluación integral de los aprendizajes y del impacto del aula virtual.

- **Resultados y discusión**: El 60% de los estudiantes aprobó las asignaturas pendientes y se identificaron diversos factores clave que contribuyeron al éxito de la acción formativa. Entre ellos, destaca la implicación activa del centro educativo, del profesorado, del alumnado y de las familias, así como la coordinación efectiva entre docentes de una misma área disciplinar y el respaldo proporcionado por personal cualificado en la gestión y administración de plataformas educativas. También, resultó fundamental el diseño de actividades de enseñanza-aprendizaje alineadas con las características y necesidades del alumnado, la incorporación de técnicas y hábitos de estudio, y la implementación de estrategias de seguimiento continuo para fomentar la constancia en el trabajo. Además, se subraya la importancia de una planificación detallada de las acciones por parte del docente en el entorno virtual, la selección y elaboración de recursos en formatos diversos que cumplían criterios de claridad, brevedad, estructuración esquemática y atractivo visual, y la realización de evaluaciones a lo largo de todo el proceso, tanto por parte del alumnado como del profesorado.

Aparte, se incluyeron limitaciones que frenaron el desarrollo adecuado del proyecto y se propusieron estrategias para hacerles frente. El que no todo el alumnado dispusiese de internet en sus casas supuso un primer impedimento para el uso del aula virtual, problema que se propuso paliar con la utilización de bibliotecas u otros puntos públicos de acceso a internet.

La escasa experiencia, confianza y formación en el uso de las TIC tanto por parte de los docentes como del alumnado requería de acciones formativas para ambos sectores junto con el empleo de tutoriales para clarificar la navegación por el entorno virtual. También el perfil de alumnado con poca motivación para el aprendizaje, escasos hábitos de estudio o dificultades de comprensión en alguna materia concreta, requería que en la intervención docente se potenciasen las actividades y recursos motivadores para facilitar la comprensión, que se incluyesen técnicas de estudios, se diesen instrucciones claras y se hiciese un seguimiento continuado del aprendizaje.

- **Conclusiones:** En general, el proyecto mejoró la atención proporcionada al alumnado con asignaturas pendientes mediante estrategias virtuales innovadoras y rentabilización de las TIC, además de obtenerse beneficios organizativos, tecnológicos y metodológicos que podían extenderse a otros estudiantes.

El impacto del proyecto "Aula Virtual para Pendientes" se evidenció en diversos ámbitos. Se observó en la participación, al fomentar el trabajo colaborativo y promover el compromiso y la responsabilidad entre todos los sectores involucrados. Asimismo, se destacó en el desarrollo tecnológico institucional mediante la creación e implementación de un entorno virtual de enseñanza-aprendizaje. En términos de procesos educativos, el proyecto facilitó la ejecución de la acción docente y discente de manera no presencial. También impulsó la formación del profesorado, al requerir el aprendizaje y aplicación de nuevas herramientas digitales y estrategias pedagógicas. En cuanto a la atención al alumnado, se fortalecieron las medidas para mejorar el seguimiento de aquellos con mayores dificultades, ampliando el apoyo educativo más allá del horario escolar y del entorno físico del centro. Finalmente, el proyecto fortaleció la relación con las familias al extender el apoyo educativo fuera del horario escolar.

Es de resaltar, como punto de partida para la presente investigación llevada a cabo en el mismo centro educativo donde se desarrolló el proyecto de innovación “Aula virtual para

pendientes" las propuestas de mejora reflejadas en el proyecto (Giraldo, 2016). Tras la autoevaluación del proyecto, se plantearon propuestas como una mayor concienciación, al inicio del curso, sobre la funcionalidad de los cursos online para pendientes y el establecimiento de compromisos por parte de los alumnos y las familias para garantizar el uso frecuente del aula virtual; establecer unas directrices comunes para guiar la participación de los alumnos en los foros o chat y consensuar criterios de valoración para esas intervenciones; exigir evidencias que corroboren el trabajo de los alumnos en el aula virtual e insistir en la preparación tecnológica de los docentes y la consideración en su horario lectivo del seguimiento de las tareas virtuales.

El proyecto "Aula virtual para pendientes" de interés para la presente investigación representa un ejemplo destacado de cómo la integración de entornos virtuales puede mejorar la acción formativa al ofrecer soluciones adaptadas a contextos específicos y limitaciones temporales.

III.5. Procedimientos e instrumentos de investigación

En la Figura 7 se muestran aspectos metodológicos para cada ciclo de la investigación-acción en un cronograma que ofrece una visión temporal de las acciones implementadas.

Figura 7

Cronograma de la investigación-acción

		2016-2017	2017-2018	2018-2019	2019-2020	2020-2021	2021-2022	2022-2023	2023-2024	2024-2025
Diagnóstico	Cuestionarios para alumnado (DIMA, CHAEA, HEMA)									
	Reflexiones del profesorado de Matemáticas									
	Análisis DAFO del centro educativo									
Ciclo I	Aula virtual 3º ESO									
	Diario de clase de la profesora									
	Portafolio del alumnado									
	Primer cuestionario SELFIE									
	Primer plan de formación del profesorado									
	Primer chatbot (Dialogflow) 2º BHS									
	Discusión grupal sobre el chatbot									
Actualización diagnóstica	Opinión del profesorado sobre la enseñanza en la pandemia									
Ciclo II	Segundo plan de formación del profesorado									
	Segundo cuestionario SELFIE									
	Segundo chatbot (Snatchbot) 2º BCI									
Actualización diagnóstica	Análisis de rendimiento matemático durante 6 años									
Ciclo III	Análisis de la certificación de la competencia digital docente									
	Interacción docente con chatGPT									
	Tercer chatbot (Botpress) 2º BHS									
	Observación en el aula 2º BHS									
	Análisis prueba de evaluación 2º BHS									
	Comparación de plataformas de configuración de chatbot									
	Tercer cuestionario SELFIE									
	Comparación de resultados de las tres aplicaciones SELFIE									

En la Tabla 1 se vinculan los objetivos específicos de la investigación con las acciones desarrolladas e instrumentos utilizados.

Tabla 1

Vinculación de objetivos específicos y acciones e instrumentos de investigación

Objetivo específico 1	Identificar las principales problemáticas en matemáticas en el instituto de enseñanza secundaria Los Valles para diseñar propuestas pedagógicas efectivas.
Acciones	– Elaborar un cuestionario para el alumnado sobre dificultades en matemáticas – Aplicar instrumentos de diagnóstico para identificar las dificultades del alumnado en matemáticas, sus estilos de aprendizaje predominantes y sus hábitos de estudio y motivación para el aprendizaje – Recoger las percepciones docentes sobre dificultades en matemáticas – Concretar las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas del centro educativo más relevantes.
Instrumentos	– Cuestionario DIMA (Dificultades en Matemáticas) – Cuestionario CHAEA (Estilos de Aprendizaje) – Cuestionario HEMA (Hábitos de estudio y Motivación) – Anotaciones sobre percepciones docentes – Matriz DAFO
Objetivo específico 2	Planificar la intervención en el centro educativo con el alumnado y los docentes para implementar un enfoque de enseñanza híbrido, que fomente el aprendizaje autónomo y la participación de los estudiantes en su propio proceso de aprendizaje.
Acciones	– Elaborar un plan que incluya acciones formativas para profesorado y alumnado – Diseñar un curso en línea para 3º de ESO como apoyo a la enseñanza presencial – Diseñar un portafolio digital para el alumnado dónde registre su aprendizaje en matemáticas – Seleccionar plataformas de configuración e integración de chatbots
Instrumentos	– Plataforma Moodle – Herramienta digital OneNote – Plataformas Dialogflow, Snatchbot y Botpress
Objetivo específico 3	Analizar el uso de herramientas tecnológicas que permitan la personalización del aprendizaje en matemáticas mediante el acceso del alumnado a contenidos matemáticos según sus necesidades formativas y la resolución de problemas de manera autónoma.
Acciones	– Configurar chatbots para matemáticas en diversas plataformas – Integrar los chatbots en la aplicación Telegram y el entorno virtual de enseñanza- aprendizaje Moodle. – Implementar los chatbots para matemáticas en 2º de bachillerato – Comparar las diferentes plataformas de chatbot utilizadas – Explorar la interacción con ChatGPT para resolver un problema de programación lineal

Instrumentos	– Plataformas para configurar chatbots: Dialogflow, Snatchbot y Botpress – Aplicación de mensajería instantánea Telegram – Plataforma de aprendizaje en línea Moodle
Objetivo específico 4	Proponer actividades formativas para capacitar a los docentes en el uso pedagógico de tecnologías educativas que favorezcan la creación de entornos de aprendizaje flexibles.
Acciones	– Ofrecer al profesorado actividades de formación adaptadas a las necesidades detectadas – Facilitar la participación docente en el plan de formación del profesorado del centro proporcionando información y horarios flexibles – Ampliar y actualizar los recursos digitales y espacios tecnológicos del centro – Instaurar una cultura tecnológica en el centro basada en la formación, la reflexión, los recursos y la aplicación en el aula
Instrumentos	– Plan de formación del profesorado – Memoria del plan de formación
Objetivo específico 5	Evaluar la integración tecnológica en el centro educativo para facilitar los procesos de innovación en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas
Acciones	– Observar la utilización de los chatbots en el aula para extraer evidencias de impacto. – Valorar prueba de conocimiento en matemáticas posterior al uso del chatbot. – Comparar el rendimiento matemático del alumnado en seis años, considerando el impacto de la COVID-19. – Reflexionar sobre el papel de la tecnología ante interrupciones de la enseñanza presencial por la COVID-19. – Analizar las percepciones del equipo directivo, el profesorado y el alumnado del centro educativo sobre la integración de las TIC en los procesos educativos. – Reflexionar sobre las acciones de mejora en el aprendizaje de las matemáticas, la formación docente y los procesos de digitalización del centro educativo – Hacer ajustes que mejoren productos y procedimientos y valorar la continuidad de las acciones.
Instrumentos	– Guías de observación y discusión grupal – Prueba de conocimiento sobre Programación lineal – Actas de evaluación y programa SPSS – Cuestionario sobre las percepciones del profesorado de matemáticas referidas a los procesos educativos afectados por la crisis sanitaria de la COVID-19 – Cuestionario SELFIE

III.6. Calidad y ética en la investigación

III.6.1. Criterios de calidad

Para garantizar la calidad de esta investigación, de enfoque predominantemente cualitativo, se adoptaron criterios de rigor propios del paradigma naturalista, complementados con análisis estadísticos descriptivos que enriquecen la comprensión de los datos.

Guba y Lincoln (1982) consideraron los criterios de credibilidad, transferibilidad, dependencia y confirmabilidad como análogos a los términos respectivos de validez interna, validez externa, confiabilidad y objetividad del paradigma racionalista.

Credibilidad. La credibilidad se refiere a si los resultados reflejan fielmente la realidad de las personas que participaron en la investigación. Existen diferentes procedimientos señalados por Guba y Lincoln (1982) para mejorar la credibilidad como el compromiso prolongado, la observación persistente, el desahogo por pares, la triangulación, los materiales de adecuación referencial o la revisión por miembros. En esta investigación se atiende al criterio de credibilidad de diversas formas. Por ejemplo, se muestran evidencias de los resultados de las encuestas y del diario docente incorporando expresiones literales. Además, en la discusión grupal y observación sobre el chatbot se utiliza la revisión por miembros o participantes (member check). Esta técnica de validación, usada en investigación cualitativa para aumentar la credibilidad de los hallazgos, consiste en presentar los datos compartiendo interpretaciones y conclusiones con el alumnado participante. Al parafrasear expresiones del alumnado, la investigadora consigue representar las experiencias del alumnado con el chatbot de forma fiel y precisa instando a estos a confirmarlas, corregirlas o ampliarlas. Este proceso ayuda a que los resultados reflejen auténticamente las perspectivas del alumnado que aportó la información. La triangulación que según Denzin (2017) consiste en utilizar múltiples métodos, fuentes de datos, teorías o investigadores para estudiar un mismo fenómeno permite contrastar y confirmar resultados ofreciendo una visión más completa del objeto de estudio. En este caso,

se utilizan diferentes fuentes de información como alumnado, profesorado, registros de evaluación o memorias institucionales y diferentes técnicas de recogida de datos como encuestas, observaciones y discusión grupal para obtener información sobre la enseñanza y el aprendizaje en matemáticas y sobre la integración de la tecnología en un centro de enseñanza secundaria.

Transferibilidad. La transferibilidad se refiere a la posibilidad de aplicar los hallazgos en otros contextos similares. No se trata de generalizar sino de proporcionar suficientes detalles para que puedan ser útiles a otros investigadores y en este caso se logra a través de la descripción densa de los contextos, procedimientos y resultados obtenidos.

Dependencia. La Dependencia trata sobre la claridad, lógica y buena documentación del proceso seguido. Jorrín-Abellán et al. (2021) utilizan el término consistencia en su lugar, equivalente a la confiabilidad desde una perspectiva positivista que busca la replicabilidad del estudio. En nuestro caso se persigue estabilidad, aunque se introduzcan cambios conscientes y no pueda replicarse de forma exacta el estudio debido al diseño emergente propio de la investigación-acción. La descripción metodológica en profundidad de los diferentes ciclos de investigación y el uso de diferentes estrategias de recogida de datos contribuyen a ese propósito.

Confirmabilidad. La confirmabilidad se refiere a si las conclusiones proceden de los datos y no de opiniones subjetivas. En el primer ciclo de esta investigación-acción se incluyó la opinión de la investigadora sobre la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas con objeto de aportar un punto de vista experto basado en el conocimiento y experiencia previa para contribuir a la identificación del problema. El riesgo de introducir sesgos que afectan a la objetividad se minimizó aportando otras fuentes de información como la opinión de otros docentes de matemáticas del mismo centro educativo y la del alumnado, además de limitar la aportación a la fase inicial de diagnóstico.

III.6.2. Consideraciones éticas de la investigación

La ética en la investigación educativa es fundamental para garantizar el respeto, la justicia y la dignidad de todos los participantes, especialmente cuando se trabaja en contextos escolares. La investigación en educación implica no solo la recolección de datos, sino una relación profunda entre el investigador y los sujetos, lo que exige un compromiso ético constante con la transparencia, la confidencialidad y el consentimiento informado (Cohen et al.,2011).

En coherencia con estos planteamientos, esta investigación ha sido diseñada y desarrollada garantizando la protección de los derechos y el bienestar del alumnado, del profesorado participante y de la comunidad educativa en su conjunto.

Compromiso con la ética en la investigación. El compromiso con la ética ha llevado a que esta investigación se desarrolle respetando los principios éticos fundamentales que rigen la investigación educativa: autonomía, confidencialidad, consentimiento informado, justicia, integridad académica y respeto a las personas. Dado que sigue una metodología de investigación-acción con participación directa de profesorado y alumnado de un centro de educación secundaria, se ha puesto especial atención en garantizar la protección de los derechos de todos los participantes.

Consentimiento informado. Antes del inicio del estudio, se informó de forma clara y comprensible a todos los participantes, docentes y alumnado sobre los objetivos, procedimientos, beneficios, riesgos y derechos asociados a la investigación. Además, se solicitó el consentimiento informado de los participantes o de sus tutores legales en el caso de menores y se les recordó que su participación era voluntaria.

En la Figura 8 se muestra un modelo de consentimiento informado utilizado el primer año de la investigación. Este modelo fue actualizado con la entrada en vigor de la Ley Orgánica

3/2018, de 5 de diciembre, de protección de datos personales y garantía de los derechos digitales que derogaba la ley anterior (Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre).

Figura 8

Modelo de consentimiento informado utilizado al inicio de la investigación

IES LOS VALLES

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA TRABAJAR CON MENORES DE EDAD

Estimadas familias,

Mi nombre es Mª Carmen Giraldo Pérez, profesora de Matemáticas y jefa de estudios del IES Los Valles. Actualmente estoy realizando una tesis doctoral cuyo objeto de estudio versa sobre la mejora de la enseñanza y el aprendizaje en matemáticas, desde la intervención educativa online y adaptando la enseñanza a las necesidades de cada estudiante. Dicho proyecto de investigación está dirigido por los Dres. D. Bartolomé Rubia Avi y D. José María Marbán Prieto de la Universidad de Valladolid.

Me dirijo a ustedes para pedirles su colaboración, permitiendo que su hijo/a participe en experiencias educativas que persiguen detectar las dificultades en la asignatura de Matemáticas y ayudarles a superarlas.

Los datos personales del alumnado serán confidenciales, al amparo de la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de protección de datos de carácter personal (B.O.E. núm. 298, de 14 de diciembre de 1999). La información derivada de la investigación tendrá un uso exclusivamente académico.

Para aclarar cualquier aspecto que sea necesario, les ruego se pongan en contacto conmigo a través del teléfono del centro educativo (980 64 98 00).

Un cordial saludo y muchas gracias

Don/Doña:……con NIF……., padre/madre o tutor/a legal de el/la alumno/a ……., manifiesta que conoce el propósito de la investigación que se desarrollará en el IES Los Valles y da su consentimiento para que su hijo/a participe en la misma.

Y para que así conste, firma el presente consentimiento informado:

En Camarzana de Tera, a ……de ……de 2017

(Firma del padre/madre o tutor/a legal)

Fdo……

Confidencialidad y protección de datos. Todos los datos recogidos han sido tratados con estricta confidencialidad, de acuerdo con la Ley Orgánica 3/2018 de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales [LOPDGDD] (Jefatura del Estado, 2018) y el Reglamento General de Protección de Datos [RGPD] o Reglamento (UE) 2016/679 (Unión

Europea, 2016). Los nombres reales y cualquier otro dato identificativo han sido anonimizados para proteger la identidad de los participantes. Los datos se han almacenado de forma segura y solo han sido accesibles por la investigadora.

Uso ético de tecnologías educativas. Dado que la investigación incluye el uso de entornos digitales y tecnologías conversacionales, se han evaluado previamente los riesgos relacionados con la privacidad y el uso responsable de la inteligencia artificial. Las herramientas utilizadas fueron seleccionadas por su cumplimiento con las normativas vigentes y su adecuación pedagógica. Se evitó el uso de tecnologías que pudieran recopilar información personal sin consentimiento explícito, utilizando aulas virtuales del centro educativo integradas en la plataforma Moodle como servicio corporativo de la Conserjería de Educación de la Junta de Castilla y León y bajo su administración general garantizando la seguridad y la protección de datos.

Validación institucional. Esta investigación ha sido aprobada por el equipo directivo del centro educativo donde se llevó a cabo y se informó al claustro docente de la investigación y sus implicaciones. Asimismo, se respetaron los protocolos éticos establecidos por la universidad de Valladolid en materia de investigaciones con personas, siguiendo el Código de Buenas Prácticas en Investigación (Universidad de Valladolid, 2013) que establece principios y procedimientos éticos aplicables a la planificación, ejecución y difusión de los resultados. Además, cuenta con la autorización de la Dirección General de Innovación y Formación del Profesorado, dependiente de la Consejería de Educación de la Junta de Castilla y León.

Responsabilidad académica. La investigadora declara no tener conflictos de interés y haber actuado conforme a los principios de rigor, honestidad científica y respeto a la dignidad de los participantes en todas las fases del proceso investigativo.

IV. Primer ciclo de investigación-acción

IV.1. Punto de partida: Diagnóstico

El diagnóstico de las dificultades del alumnado en la materia de matemáticas, sus estilos de aprendizaje predominantes y sus hábitos de estudio y motivaciones, junto a las percepciones del profesorado de matemáticas sobre las deficiencias en el aprendizaje del alumnado en esa área de conocimiento, basadas en su experiencia profesional y el análisis de factores externos e internos que afectan al funcionamiento del centro educativo objeto de estudio; permite concretar la situación de partida, identificando la problemática y las posibles áreas de mejora. En la Tabla 2 se planifica la fase de diagnóstico que responde a preguntas como ¿cuáles son las dificultades en la materia de matemáticas, los hábitos de estudio, motivación y estilos de aprendizaje desde la percepción del alumnado del IES Los Valles?, ¿Qué opinan los docentes de matemáticas del IES Los Valles sobre las dificultades del alumnado en la materia? ¿Qué aspectos necesitan ser mejorados en este centro educativo según su equipo directivo?

Tabla 2

Planificación de la fase inicial de diagnóstico

Objetivo de fase	Acciones	Destinatarios	Herramientas	Tareas de investigación	Año
Hacer un diagnóstico de la situación de partida	1. Explorar las dificultades del alumnado en matemáticas, sus hábitos de estudio, motivación para el aprendizaje y sus estilos de aprendizaje predominantes realizando encuestas al alumnado	Alumnado	Cuestionarios DIMA, HEMA y CHAEA	1.1. Estudiar las características de cada cuestionario 1.2. Establecer la muestra 1.3. Determinar procedimientos 1.4. Aplicar cuestionarios 1.5. Analizar los resultados 1.6. Extraer conclusiones y propuestas de mejora	2016-2017

Objetivo de fase	Acciones	Destinatarios	Herramientas	Tareas de investigación	Año
	2. Indagar en la percepción de los docentes de matemáticas sobre la enseñanza y aprendizaje en la materia poniendo en común sus reflexiones basadas en su experiencia docente	Profesorado de matemáticas	Anotaciones de conversación con docentes de matemáticas y experiencia docente de la investigadora	2.1. Reflexionar sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje en matemáticas basándose en la experiencia de la investigadora como docente. 2.2. Recoger las observaciones sobre dificultades en matemáticas aportadas por el profesorado de matemáticas del IES Los Valles	2017-2018
	3. Evaluar la situación general de los procesos de enseñanza-aprendizaje en el centro educativo a través del análisis de sus fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas	Equipo directivo del centro educativo	Matriz DAFO	3.1. Determinar los factores internos y externos tanto positivos como negativos que afectan al desarrollo de los procesos educativos	2017-2018

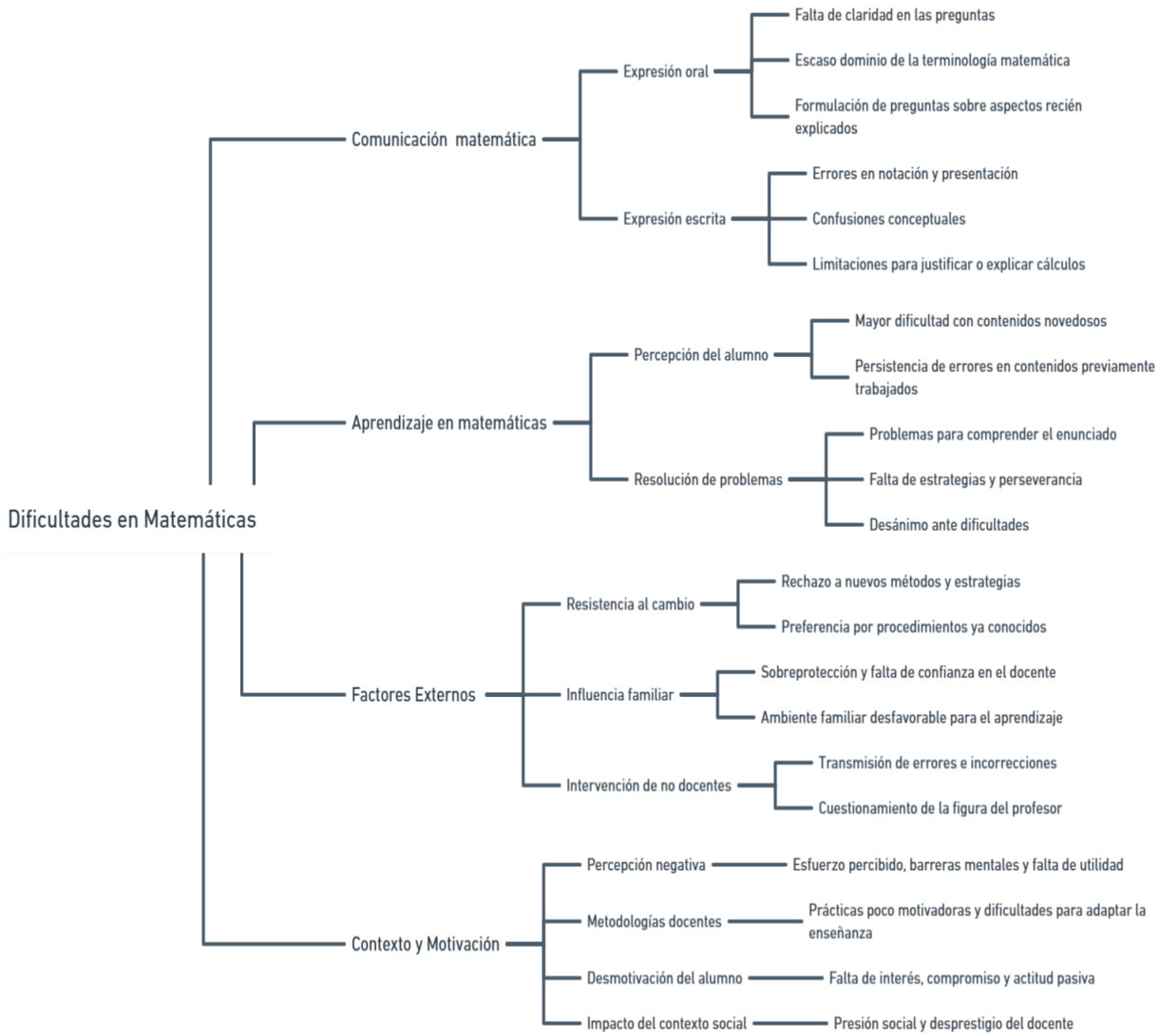
IV.1.1. Dificultades del alumnado en matemáticas

En las actuaciones iniciales de diagnóstico se pretenden explorar las dificultades del alumnado del IES Los Valles en la materia de matemáticas, concretando los aspectos que están más presentes e indagando en las posibles causas. Se extrae información a partir de la experiencia de la investigadora como docente de matemáticas y de las opiniones tanto de otros profesores del departamento de matemáticas como de una muestra de alumnado del centro educativo objeto de estudio.

Reflexión sobre las dificultades del alumnado en matemáticas. La experiencia de la investigadora como profesora de Matemáticas en Educación Secundaria desde 1998 aporta una perspectiva práctica sobre las dificultades que presentan los alumnos en esta materia. Esas dificultades en Matemáticas se agrupan atendiendo a la focalización del problema y pueden visualizarse en la Figura 9

Figura 9

Dificultades en matemáticas desde la perspectiva de la investigadora-docente



Nota. La identificación de las dificultades en matemáticas se basa en la experiencia docente. Gráfico de elaboración propia.

Si se pone el punto de mira en la expresión, habría que considerar tanto la parte oral como la escrita. En expresión oral las dificultades se detectan en la falta de claridad de las preguntas que hacen los alumnos, no aportan suficiente información o lo hacen de forma incompleta porque esperan que el profesor lo entienda. No dominan la terminología matemática por lo que se refieren a conceptos matemáticos evitando nombrarlos. Por ejemplo, en el caso de las fracciones se refieren al numerador como la parte de arriba o al denominador como la parte de abajo. Hacen preguntas de respuestas evidentes, o sobre aspectos que acaban de explicarse con las que la docente se percata del grado de atención del alumnado o de su comprensión, permitiéndole reconducir sus estrategias.

En la expresión escrita, se producen errores de notación, presentación sin estructurar o sin seguir un cierto orden, faltas de ortografía o incorrecciones gramaticales en las explicaciones. Un ejemplo de esto es la resolución gráfica de sistemas de ecuaciones lineales en la que para referirse a sistemas compatibles determinados escriben rectas compatibles. Cuando el alumnado es consciente de sus limitaciones tanto ortográficas como de uso y conocimiento de la terminología específica de la materia opta por no argumentar ni justificar cálculos o procedimientos utilizados en la resolución de problemas, evitando las explicaciones escritas.

La falta de comprensión y asimilación de contenidos matemáticos causan incorrecciones en la expresión oral y escrita del alumnado. A su vez la concentración, curiosidad o interés pueden llevar al alumnado a profundizar, experimentar o explorar mejorando la comprensión para consolidar el aprendizaje.

El alumnado suele percibir con mayor grado de dificultad los contenidos novedosos. Los contenidos que han trabajado durante más tiempo en su trayectoria escolar, y que se podría pensar que son los que más dominan, conducen a errores frecuentes. Por ello parte del alumnado que no tiene bien consolidado determinados conocimientos previos tiene dificultades

para asimilar los nuevos. Prueba de esto es que alumnos de diferentes niveles, a pesar de haber trabajado con anterioridad o en primaria las fracciones, su significado y operatividad, siguen cometiendo errores en las operaciones básicas.

Sobre todo, en 1º de ESO, algunos alumnos son reacios a utilizar nuevos procedimientos para aplicar a problemas que resolvían en cursos anteriores de otra forma. Aún después de que el docente argumente la eficacia de las nuevas estrategias, aluda a la optimización del trabajo del alumno o exija su aprendizaje como criterio de evaluación, algunos alumnos se aferran a la seguridad de lo ya conocido y rechazan el cambio que perciben como innecesario. Un ejemplo de esto es el cálculo del mínimo común múltiplo y máximo común divisor de varios números utilizando en un principio su definición y posteriormente la descomposición de los números en factores primos. Esta secuenciación lógica en la que prima la comprensión del significado del contenido produce que algunos alumnos se cuestionen por qué es necesario hacer lo mismo de diferentes formas.

En otros niveles también se dan situaciones que incitan a la reflexión como la intervención de otras personas no docentes en la explicación de contenidos matemáticos al alumnado. Se pueden producir entonces errores de expresión que se han transmitido inconscientemente a los alumnos y que estos reproducen y no perciben como incorrecciones. Cuestionan incluso las aclaraciones del profesor pues algunos alumnos valoran más la información que reciben de otras fuentes, en unos casos por afecto, si se trata de familiares y en otros por economía o por la creencia de que lo más caro es lo mejor, como sucede con las clases particulares. En cualquier caso, se evidencia un cierto desprestigio en la figura del docente.

Los problemas matemáticos son sin duda la parte que representa mayor dificultad para el alumnado. Un problema no solo requiere la aplicación de estrategias matemáticas para su resolución, implica comprender el enunciado y tomar decisiones. En la resolución, el alumno

puede mostrar su dominio de los contenidos o su destreza en el uso de algoritmos, pero son muchos los aspectos que entran en juego, algunos menos perceptibles como el razonamiento que le ha llevado a posicionarse por un modo de resolución u otro o su respuesta ante situaciones problemáticas, cómo las afronta y busca alternativas ante los inconvenientes que van surgiendo. La tenacidad e insistencia potencian la búsqueda de soluciones y esto es un requisito necesario para que el alumno logre su objetivo y encuentre la solución al problema. Existen alumnos que se desaniman con la primera lectura del problema, en cuanto surge la primera dificultad desisten y sólo el enunciado los lleva a tomar la decisión de abandonar. Esta problemática hace pensar que el modo en el que se enuncian los problemas o el significado, utilidad y contexto cercano al alumno influyen en la respuesta que éste muestra hacía ellos.

Existen diferentes factores que incrementan las dificultades de los alumnos en la materia de Matemáticas. Según cuál sea el efecto sobre su aprendizaje, se podrían considerar factores "enemigos" o "amigos". Entre los primeros se destaca la propia percepción negativa de los alumnos sobre las Matemáticas. Algunas connotaciones asociadas al término "Matemáticas" no contribuyen a que tengan una visión positiva, les sugiere esfuerzo, dificultad o falta de utilidad, que no resultan tan atractivas como el logro de algún tipo de beneficio con el mínimo esfuerzo. El alumno es quien en ocasiones pone sus propias barreras mentales dificultando su aprendizaje matemático. "No me gustan las Matemáticas", "no sé". "no quiero", "no puedo" son pensamientos que bloquean cualquier tipo de predisposición favorable al aprendizaje. Para el docente es difícil abordar esta situación y transformar un punto de partida "hostil" en un ambiente propicio para el aprendizaje. La sensación de "hablar para la pared" o la de que los alumnos oyen, pero no escuchan obliga a la autocrítica. La intervención poco adecuada del docente es otro factor que influye negativamente en el aprendizaje de las Matemáticas. El alto nivel de exigencia y el papel transmisivo asociados durante años al profesor de Matemáticas, no favorecen la adaptación de la enseñanza a la sociedad de

desarrollo tecnológico en el que está inmersa en la actualidad. No es posible optimizar el proceso de enseñanza-aprendizaje sin tener en cuenta el contexto actual. En la sociedad de la información y la comunicación, tecnológicamente en constante desarrollo, se está produciendo un cambio lento y gradual en el ámbito de la enseñanza secundaria pero aún se siguen utilizando los mismos procedimientos y herramientas de épocas anteriores, aunque cada vez más se cuestiona su validez. El profesorado de secundaria atraviesa por momentos donde es imprescindible la actualización digital y la formación del profesorado adquiere más importancia por la necesaria renovación didáctica para abordar procesos de innovación y nuevas metodologías. El desprestigio social de la figura del profesor de secundaria también tiene consecuencias negativas ligadas a su motivación y esto puede repercutir en su labor docente. La presión que padres, alumnos e instituciones ejercen sobre los profesores de secundaria, pueden enturbiar la ilusión con la que diariamente afrontan el reto de ayudar a sus alumnos a desarrollar sus capacidades.

Además de la percepción negativa sobre la materia y la intervención poco adecuada del docente, aspectos ligados al alumno influyen directamente en su aprendizaje, advirtiendo de la aparición de dificultades, como la falta de motivación, el escaso interés por la materia, la falta de trabajo, su papel pasivo o los problemas de comportamiento derivados de conductas contrarias a las normas de convivencia de los centros educativos. Para lograr una participación más activa o mayor implicación del alumno en su aprendizaje, el docente debe conocer diferentes estrategias para dinamizar y motivar en el aula. La comunicación con el estudiante es un elemento importante que requiere un trato singular. Se debe poner especial cuidado en no emplear palabras que hieran la sensibilidad del estudiante y en conseguir una relación adecuada entre profesor-alumno y entre alumnos para lograr un buen clima escolar que favorezca el aprendizaje. La objetividad, buen criterio y saber hacer del docente pueden evitar conflictos o algunas apreciaciones subjetivas del estudiante del tipo “me tiene manía” que

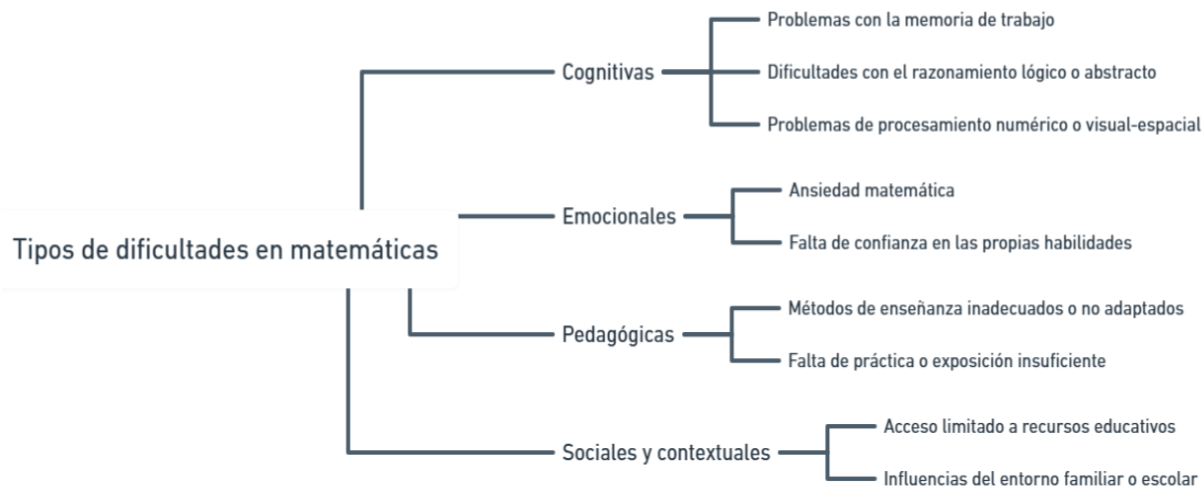
perjudican la relación con el docente. Sobre la base del respeto mutuo se construyen los cimientos para una buena interacción.

El papel de las familias en la educación de sus hijos es fundamental pues influye de múltiples formas en su aprendizaje. Las vivencias en el seno familiar forman parte del estudiante a nivel afectivo, psíquico y social y trascienden al plano de la educación en los centros educativos. La sobreprotección al estudiante por parte de sus padres en situaciones en las que su comportamiento no ha sido adecuado o la falta de apoyo y escasa confianza en la labor del docente pueden llevar a enfrentamientos que no favorecen el ambiente cordial y respetuoso y repercuten en el aprendizaje del alumno.

Para concluir con esta reflexión basada en las experiencias vividas a lo largo de la trayectoria profesional se agrupan las principales dificultades en matemáticas en los siguientes tipos: cognitivas, emocionales, pedagógicas y sociales-contextuales (Figura 10)

Figura 10

Tipos de dificultades en matemáticas percibidas por la docente-investigadora



Nota. Gráfico de elaboración propia.

Aportaciones de los docentes del departamento de matemáticas del IES Los Valles sobre las dificultades del alumnado. Con la puesta en común de las dificultades más frecuentes en matemáticas, detectadas por los docentes que imparten esta materia en el IES Los

Valles se pretendía identificar los aspectos comunes de las dificultades encontradas en los diferentes cursos académicos de la enseñanza secundaria obligatoria (ESO) concretando los elementos básicos que están más presentes (Figura 11).

Figura 11

Errores frecuentes en matemáticas percibidos por el profesorado del IES Los Valles



Nota. Gráfico de elaboración propia.

En la ESO, algunos errores se observan en todos los niveles de primero a cuarto, aunque disminuye su frecuencia al aumentar el nivel. Los bloques de contenidos en los que observó un mayor número de errores matemáticos fueron Aritmética, Algebra y Geometría.

El profesorado del departamento de matemáticas del IES Los Valles opina que en concreto para 1º y 2º de ESO el alumnado en general tiene muchas dificultades para comprender los enunciados y saber cuáles son las operaciones necesarias para resolver los problemas. Consideran que al alumnado le cuesta entender la jerarquía de las operaciones y comete errores cuando se les propone expresiones combinadas con paréntesis. El más común es el de no respetar las igualdades como, por ejemplo: $3(6-3)-4\cdot8=3\cdot3=9-32$. A pesar de que los profesores explican el significado de la igualdad, parte del alumnado sigue cometiendo ese tipo de error y no comprende por qué no se valora correctamente el ejercicio si la solución a la que han llegado es la correcta. Consideran que lo importante es obtener la solución, sin importar cómo.

También informan sobre dificultades con el cálculo de expresiones combinadas de números enteros y sobre fracciones muestran desconocimiento de las operaciones básicas. Cuando suman dos fracciones con igual denominador lo hacen correctamente, pero si tienen distinto denominador el error más común es el de sumar los numeradores y denominadores. Por ejemplo, resuelven con acierto $2/5+1/5=3/5$, pero realizan operaciones incorrectas como $2/5+3/2=5/7$.

Además, comentan dificultades del alumnado al enfrentarse al lenguaje algebraico, fórmulas de cálculo de superficies y volúmenes, relaciones de semejanza y teorema de Pitágoras. En lo referente al bloque temático de Estadística, que suele resultar menos familiar para el alumnado, la percepción del profesorado es que, al igual que el tema de gráficas de funciones, se trata de contenidos más sencillos de comprender.

Se resumen las principales dificultades en matemáticas del alumnado de 1º y 2º de ESO según la percepción de los docentes de esa especialidad en el IES Los Valles:

- Falta de comprensión lectora en el enunciado de los problemas matemáticos.
- Falta de hábitos y técnicas de estudio en el área de matemáticas.

- En el aula, escasa capacidad de concentración, de comprensión de conceptos abstractos, de atención en explicaciones y dificultad para reflexionar sobre contenidos y aplicaciones matemáticas.
- Preferencia por ejercicios repetitivos frente a problemas que requieren interpretar enunciados.
- Problemas de disciplina en trabajos en grupo.
- Buen manejo de móvil y pizarra digital a diferencia del ordenador, tableta o calculadora científica.
- Persistencia de los problemas anteriores en niveles superiores

Posibles causas

Los profesores de matemáticas abordan también los problemas generales que afectan al rendimiento de los alumnos y coinciden con Blackham (1977; como se cita en Gallego y Alonso, 2012) en señalar déficits motivacionales como la falta de interés, la actitud negativa, el bajo nivel de aspiración o la falta de ambición; deficiencias intelectuales como la poca memoria, la falta de atención o los escasos hábitos de estudio; problemas emocionales relacionados con hiperactividad, abandono o inmadurez; comportamiento inadaptado con perfiles antisociales, de asilamiento, comportamiento agresivo o conflictos familiares; fallos morales y éticos relativos a la escasez de valores y dificultades físicas asociadas a enfermedades crónicas o estados de salud débil.

También se recoge información sobre comentarios que hacen los propios alumnos sobre la materia para justificar su escasa participación en el aula: “no sé”, “no me apetece”, “no me gusta”, “no quiero”, “me da corte”, etc.

Para que se pueda establecer una forma adecuada de comunicación matemática entre profesores y alumnos parece lógico pensar que es necesario tener un cierto dominio del lenguaje matemático. Los alumnos a lo largo de su recorrido académico van incorporando a su

vocabulario nuevas palabras relacionadas con las Matemáticas y esto les dota de más conocimientos para que puedan desarrollar algunas de las habilidades comunicativas como leer, escribir, hablar o escuchar.

Cuestionario DIMA. El cuestionario DIMA se utiliza como instrumento para explorar las dificultades del alumnado del IES Los Valles en la materia de Matemáticas. A continuación, se especifican las diferentes etapas en el diagnostico de dificultades con este instrumento, desde su creación hasta su implementación, analizando los resultados y extrayendo conclusiones como punto de partida para la investigación.

Diseño. El cuestionario DIMA se estructura en cinco partes o secciones (Anexo A). En la primera, un texto introductorio presenta la herramienta como parte de la investigación para mejorar el aprendizaje matemático, su aplicación para recabar información sobre las dificultades del alumnado en matemáticas, la protección y el uso de los datos con fines propios de la investigación y el agradecimiento a la colaboración del alumnado. Se acompaña la introducción de una imagen del instituto de enseñanza secundaria Los Valles, objeto del estudio. La segunda sección que comprende desde la primera a la cuarta cuestión se centra en cuestiones de identificación del alumnado participante y su rendimiento previo en matemáticas. La tercera parte aborda las dificultades en procesos y capacidades matemáticas fundamentales, desde la pregunta 5 a la 17. La cuarta parte del cuestionario sobre la clase de matemáticas incluye preguntas relacionadas con los recursos humanos y materiales en las cuestiones 18 y 19 respectivamente y sobre métodos y estrategias desarrollados tanto por el profesorado como por el alumnado durante las sesiones presenciales en la materia de matemáticas en la cuestión 20. Se concluye el cuestionario con las cuestiones 21 y 22 que forman parte de la sección para la propuesta de mejoras del propio aprendizaje y las observaciones que se deseen incluir.

Desde una perspectiva teórica y con objeto de clarificar algunos de los contenidos del cuestionario se presentan las siguientes consideraciones.

España forma parte de la OCDE que es un organismo de cooperación internacional cuya misión es promover políticas que mejoren el bienestar económico y social. La OCDE desarrolla de forma trienal un Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes llamado PISA por sus siglas en inglés (Programme for International Student Assessment) cuyo objetivo es evaluar los sistemas educativos en países de todo el mundo probando las habilidades y conocimientos de los alumnos de 15 años. El estudio PISA versa fundamentalmente sobre ciencias, matemáticas, lectura y en 2015 se incluyó la competencia financiera.

En el marco de las matemáticas de PISA 2015 se define la competencia matemática como la capacidad del individuo para formular, emplear e interpretar las matemáticas en distintos contextos (OCDE, 2016b). Dentro de la concepción de PISA 2015 los alumnos se muestran como individuos que resuelven problemas de forma activa, participando básicamente en tres procesos matemáticos: formulación matemática de las situaciones, empleo de conceptos, procedimientos y razonamientos matemáticos e interpretación y valoración de los resultados matemáticos. En relación con estos procesos de formular, emplear e interpretar se plantean siete capacidades matemáticas fundamentales que los sustentan: comunicación, matematización, representación, razonamiento y argumentación, diseño de estrategias para resolver problemas, utilización de operaciones y un lenguaje simbólico, formal y técnico y utilización de herramientas matemáticas.

Estas capacidades están relacionadas y pueden intervenir simultáneamente al realizar cualquier actividad susceptible de ser tratada matemáticamente. La forma en que se produce la activación de las capacidades y las que intervienen en el proceso de ejecución de una tarea matemática repercute en la dificultad en Matemáticas.

El cuestionario DIMA sobre Dificultades en Matemáticas creado con la intención de explorar los procesos y las capacidades matemáticas fundamentales subyacentes del alumnado

del IES Los Valles, toma como referencia la relación procesos-capacidades de PISA 2015 para la formulación del bloque de preguntas de la 5 a la 17 (Figura 12).

Figura 12

Relación entre procesos y capacidades matemáticas según PISA 2015

	Formulación matemática de las situaciones	*Uso* de conceptos, datos, procedimientos y razonamientos matemáticos	*Interpretación*, aplicación y evaluación de los resultados matemáticos
Comunicación	Leer, decodificar e interpretar las declaraciones, preguntas, tareas, objetos o imágenes, para crear un modelo mental de la situación.	Articular una solución, mostrar el trabajo asociado a la obtención de la misma y/o resumir y presentar los resultados matemáticos intermedios.	Elaborar y presentar explicaciones y argumentos en el contexto del problema.
Matematización	Identificar las variables y estructuras matemáticas subyacentes al problema del mundo real y formular supuestos de modo que puedan utilizarse.	Utilizar la comprensión del contexto para guiar o acelerar el proceso de resolución matemático, por ejemplo trabajando a un nivel de precisión apropiado al contexto.	Comprender el alcance y los límites de una solución matemática que son el resultado del modelo matemático empleado.
Representación	Crear una representación matemática de información del mundo real.	Interpretar, relacionar y utilizar distintas representaciones cuando se interactúa con un problema.	Interpretar los resultados matemáticos en distintos formatos en relación a una situación o uso; comparar o valorar dos o más representaciones en relación con una situación.
Razonamiento y argumentación	Explicar, defender o facilitar una justificación de la representación identificada o elaborada de una situación del mundo real.	Explicar, defender o facilitar una justificación de los procesos y procedimientos utilizados para determinar un resultado o solución matemática. Relacionar datos para llegar a una solución matemática, hacer generalizaciones o elaborar un argumento de varios pasos.	Reflexionar sobre soluciones matemáticas y elaborar explicaciones y argumentos que apoyen, refuten o proporcionen una solución matemática a un problema contextualizado.
Diseño de estrategias para resolver problemas	Seleccionar o diseñar un plan o estrategia para formular problemas contextualizados.	Activar mecanismos de control eficaz y sostenido en un procedimiento con múltiples pasos que conduzca a una solución, conclusión o generalización matemática.	Diseñar e implementar una estrategia para interpretar, valorar y validar una solución matemática para un problema contextualizado.
Utilización de operaciones y un lenguaje simbólico, formal y técnico	Utilizar variables, símbolos, diagramas y modelos estándar apropiados para representar un problema del mundo real empleando un lenguaje simbólico/formal.	Comprender y utilizar constructos formales basados en las definiciones, las reglas y los sistemas formales, así como mediante el empleo de algoritmos.	Comprender la relación entre el contexto del problema y la representación de la solución matemática. Utilizar esta comprensión para favorecer la interpretación de la solución en su contexto y valorar la viabilidad y posibles limitaciones de la misma.
Utilización de herramientas matemáticas	Utilizar herramientas matemáticas para reconocer estructuras matemáticas o describir relaciones matemáticas.	Conocer y ser capaz de utilizar adecuadamente distintas herramientas que puedan favorecer la implementación de procesos y procedimientos para determinar soluciones matemáticas.	Utilizar herramientas matemáticas para determinar la razonabilidad de una solución matemática y de los límites y restricciones de la misma, dado el contexto del problema.

Nota. Extraído del Marco de Matemáticas PISA 2015 (OCDE, 2016b)

- **Variables:** Las variables contempladas en el cuestionario llamado DIMA sobre Dificultades en Matemáticas son las siguientes:

1. Información básica del alumnado: referida a la información general y rendimiento académico previo del alumnado
2. Dificultades en procesos matemáticos: sobre áreas de dificultad relacionadas con habilidades fundamentales en matemáticas y con los procesos básicos de resolución de problemas
3. Recursos para el aprendizaje: incluye fuentes de ayuda y herramientas utilizadas por el alumnado para aprender en matemáticas
4. Prácticas en el aula: relacionadas con actividades, estrategias y dinámicas que el alumnado suele realizar durante las clases de matemáticas, promovidas por el docente o realizadas individualmente, con el propósito de consolidar el aprendizaje, desarrollar habilidades matemáticas y participar activamente en el proceso educativo.
5. Mejora de aprendizaje: sobre propuestas del alumnado para mejorar su aprendizaje.

En la tabla 3 se muestran las características de estas variables con las dimensiones, subdimensiones e indicadores asociados a cada una de ellas.

Tabla 3

Operacionalización de las variables del cuestionario DIMA

Variable	**Dimensiones y subdimensiones**		**Indicadores (Anexo A)**
1.Información básica del alumnado	1.1. Identidad del estudiante		(1)-Nombre
	1.2. Rendimiento académico		(2)- Nota de matemáticas obtenida en 1ª evaluación (3)- Nota de matemáticas obtenida en 2ª evaluación
	1.3. Historial académico		(4.1)- Presencia de matemáticas pendientes (4.2)- curso correspondiente a las matemáticas pendientes
2.Dificultades en procesos matemáticos	2.1. Habilidades fundamentales	2.1.1. Comunicación matemática	(5.1)- Interpretar preguntas o tareas (5.2)- Presentar el trabajo (5.3)- Elaborar explicaciones y argumentos

Variable	Dimensiones y subdimensiones		Indicadores (Anexo A)
	en matemáticas	2.1.2. Matematización	(6.1)- Identificar variables y estructuras (6.2)- Tener en cuenta el contexto (6.3)- Comprender alcance y límites de la solución
		2.1.3. Representación	(7.1)- Representar información del mundo real (7.2)- Utilizar distintas representaciones (7.3)- Interpretar y comparar resultados
		2.1.4. Razonamiento y argumentación	(8.1)- Explicar representaciones (8.2)- Justificar procesos (8.3)- Reflexionar sobre soluciones y argumentar
		2.1.5. Diseño de estrategias	(9.1)- Diseñar un plan (9.2)- Establecer pasos (9.3)- Diseñar estrategias para interpretar soluciones
		2.1.6. Uso del lenguaje y simbolismo matemático	(10.1)- Representar problemas con lenguaje matemático (10.2)- Comprender conceptos, definiciones, reglas (10.3)- Interpretar soluciones en contexto
		2.1.7. Uso de herramientas matemáticas	(11.1)- Describir relaciones matemáticas (11.2)- Conocer y utilizar herramientas (11.3)- Verificar razonabilidad de soluciones
	2.2. Procesos fundamentales de resolución matemática de problemas	2.2.1. Formular problemas matemáticos	(12.1)- Identificar aspectos matemáticos del problema. (12.2)- Simplificar problemas. (12.3)- Representar situaciones matemáticamente. (12.4)- Reconocer problemas conocidos. (12.5)- Relacionar lenguaje específico y matemático. (13)-Mayores dificultades en Formular
		2.2.2. Emplear conceptos y procedimientos matemáticos	(14.1)- Aplicar estrategias. (14.2)- Usar herramientas matemáticas. (14.3)- Aplicar reglas y cálculos. (14.4)- Manipular datos y representaciones. (14.5)- Justificar resultados

Variable	Dimensiones y subdimensiones		Indicadores (Anexo A)
			(15)-Mayores dificultades en Emplear
		2.2.3. Interpretar soluciones matemáticas	(16.1)- Valorar razonabilidad de soluciones. (16.2)- Explicar sentido de los resultados. (16.3)- Comprender alcance y límites. (16.4)- Evaluar aplicación de resultados. (17)- Mayores dificultades en Interpretar
3. Recursos para el aprendizaje	3.1. Recursos humanos de ayuda en el aprendizaje de matemáticas		(18.1)- Profesor del instituto. (18.2)- Profesor particular. (18.3)- Padres. (18.4)- Compañeros. (18.5)- Nadie. (18.6)- Otros.
	3.2. Recursos materiales utilizados en matemáticas.		(19.1)- Calculadora (19.2)- Ordenador (19.3)- Libro de texto (19.4)- Cuaderno (19.5)- Pizarra digital (19.6)- Documentos (19.7)- Instrumentos de medida y dibujo (19.8)- Pizarra y tiza (19.9)- Manipulables (19.10)- Otros recursos.
4. Prácticas en el aula	4.1. Estrategias de aprendizaje		(20.1)-Corrección de actividades (20.2)-Resolución de problemas en grupo (20.3)-Resolución de tareas con diferentes grados de dificultad
	4.2. Refuerzo y enriquecimiento		(20.5)-Realización de tareas de refuerzo (20.6)-Profundización en contenidos matemáticos (20.7)-Participación en actividades lúdicas
	4.3. Exploración y razonamiento		(20.8)-Interés por otras formas de resolver problemas (20.9)-Preguntas para una mejor comprensión

Variable	Dimensiones y subdimensiones	Indicadores (Anexo A)
	4.4. Contexto y condiciones del aprendizaje	(20.4)-Diferentes ritmos de trabajo (20.11)-Interrupciones en el trabajo de aula
	4.5. Actitud hacia las matemáticas	(20.10)-Utilidad de las Matemáticas
5. Mejora de aprendizaje	5.1. Propuestas de mejora	(21)-Propuestas para mejorar en Matemáticas

Nota. El primer número entre paréntesis al comienzo de cada indicador se refiere al número de pregunta correspondiente en el cuestionario y el segundo número indica el subapartado de la pregunta.

- **Preguntas:** En la construcción del cuestionario se consideraron los criterios de Cohen et al., (2011) sobre el contenido y redacción de las preguntas, la forma de respuesta y la ubicación de las preguntas en la secuencia. En el contenido de las preguntas se evalúo la necesidad, utilidad y concreción de las preguntas, asegurando que el alumnado pudiera responder adecuadamente. En la redacción de las preguntas se trató de evitar malentendidos, ambigüedades y polarizaciones, considerando una redacción más directa o personalizada. En cuanto a la forma de respuesta, fue necesario determinar la mejor forma de respuesta, en este caso mayoritariamente de elección múltiple, asegurando que fuera fácil y adecuada y sobre la ubicación de la pregunta, se consideró la influencia de las preguntas precedentes, asegurándose de que el orden fuese correcto y se presentasen en el momento adecuado. Todas las preguntas formuladas en el cuestionario pueden verse en el Anexo A

Muestra. El muestreo o proceso de selección de la muestra es de tipo no probabilístico por conveniencia, basado en criterios prácticos de accesibilidad al aula de informática y disponibilidad horaria del grupo y de los tutores, lo que ha impedido recabar información en 1º de PMAR, 4º de ESO y 2º de Bachillerato. Hay que tener en cuenta que este tipo de muestreo es útil cuando los recursos son limitados o se requiere información rápida y preliminar, pero tiene limitaciones en cuanto a la representatividad de la muestra y la validez estadística. Sin

embargo, en este caso no se pretende generalizar los resultados a la población sino indagar en las dificultades del alumnado en la materia de matemáticas.

El porcentaje de alumnado que ha cumplimentado el cuestionario DIMA es del 41,63 % referido al total de alumnado con alguna asignatura de Matemáticas en el Instituto de Enseñanza Secundaria Los Valles. En la Tabla 4 se muestra el desglose del alumnado participantes por niveles junto con los totales del alumnado que cursa matemáticas y del centro educativo en el año académico 2016-1017,

Tabla 4

Tamaño de la muestra del cuestionario DIMA

Curso	**TOTAL**	**1º ESO**	**1º PMAR**	**2º ESO**	**2º PMAR**	**3º ESO**	**4º ESO**	**1º BT**	**2º BT**
Tamaño de la muestra	87	16	0	21	4	35	0	11	0
Alumnado con matemáticas	209	38	9	25	5	44	44	26	18
Alumnado del IES Los Valles	222	38	9	25	5	44	44	31	26

Nota. ESO: Enseñanza Secundaria Obligatoria

PMAR: Programa para la Mejora del Aprendizaje y del Rendimiento

BT: Bachillerato

Procedimiento de análisis. Se llevan a cabo análisis estadísticos de los datos de la muestra de tipo descriptivo a través de gráficos de porcentajes de alumnado participante que elige entre las opciones múltiples de respuesta a las preguntas del cuestionario.

Para el análisis de las variables del cuestionario se utiliza el paquete estadístico para las ciencias sociales, SPSS por sus siglas en inglés: Statistical Package for the Social Sciences, en su versión 24.

La variable dicotómica nominal sexo se introdujo en la base de datos de SPSS tomando como referencia la variable identidad del estudiante y la variable cuantitativa calificación de matemáticas se categorizó transformándola en ordinal al establecer los siguientes niveles

ordenados: muy baja para calificaciones 1y 2, baja para 2 y 3, media para 5 y 6, alta para 7 y 8 y muy alta para calificaciones 9 y 10. Como algunos participantes manifestaron no recordar las calificaciones obtenidas en las dos evaluaciones realizadas hasta el momento de cumplimentar el cuestionario se contrastó la información proporcionada por el alumnado con las actas de evaluación y se hicieron correcciones para asegurar la veracidad de los datos. Además, se añadió para el análisis las calificaciones de la tercera evaluación a partir de las actas de evaluación de los diferentes grupos de alumnado participante.

Los indicadores de las variables dificultades en procesos matemáticos, recursos para el aprendizaje y prácticas en el aula se codificaron para el análisis, de forma que el 0 representa la no elección por el alumnado y1 representa su señalamiento por parte del alumnado.

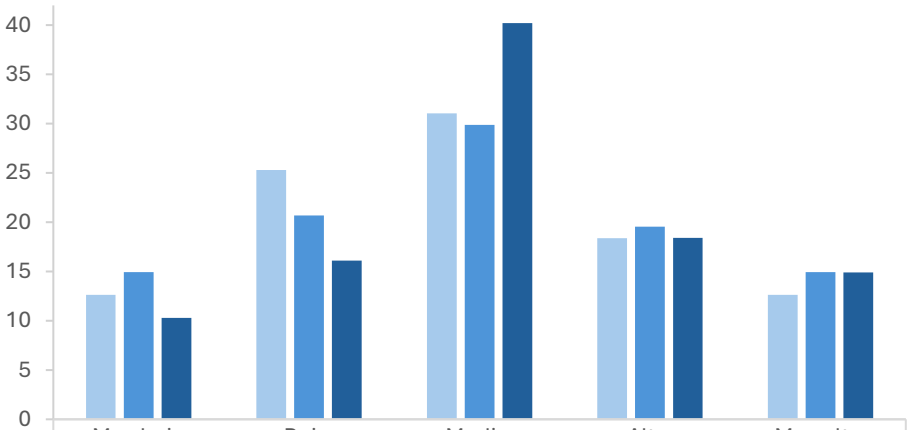
Análisis de Resultados. A continuación, se hace un análisis de los resultados obtenidos en las diferentes preguntas del cuestionario DIMA utilizando procedimientos de estadística descriptiva.

- **Rendimiento en matemáticas: preguntas 2 a 4 del cuestionario**

Tras la categorización de la variable cuantitativa discreta calificaciones en la materia de matemáticas en una variable cualitativa ordinal, con categorías muy baja, baja, media, alta y muy alta, se representa en la Figura 13 los porcentajes de alumnado de la muestra que obtuvieron los diferentes tipos de calificaciones en matemáticas durante las tres evaluaciones ordinarias realizadas en el IES Los Valles durante el año académico 2016-2017.

Figura 13

Porcentaje de calificaciones en matemáticas en la 1ª, 2ª y 3ª evaluación



	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy alta
1ª evaluación	12,64	25,29	31,03	18,39	12,64
2ª evaluación	14,94	20,69	29,89	19,54	14,94
3ª evaluación	10,30	16,10	40,20	18,40	14,90

Se observa que en la tercera evaluación mientras que las calificaciones muy bajas fueron mínimas con un porcentaje de alumnado del 10,3 %, las calificaciones medias fueron máximas siendo alcanzadas por el 40,2 % del alumnado. Las calificaciones bajas en matemáticas descendieron en las sucesivas evaluaciones, pasando del 25,29 % en la primera evaluación, al 16, 10 % en la tercera. Las puntuaciones altas y muy altas mejoraron en la 2ª evaluación respecto de la primera, con porcentajes respectivos 19,54% y 14,94 % en la segunda evaluación frente al 18,39 % y 12,64 % de la primera. En la tercera evaluación estas puntuaciones son superiores a la primera evaluación, pero inferiores a la segunda, obteniéndose 18,4% de calificaciones altas y el 14,9 % de calificaciones muy altas.

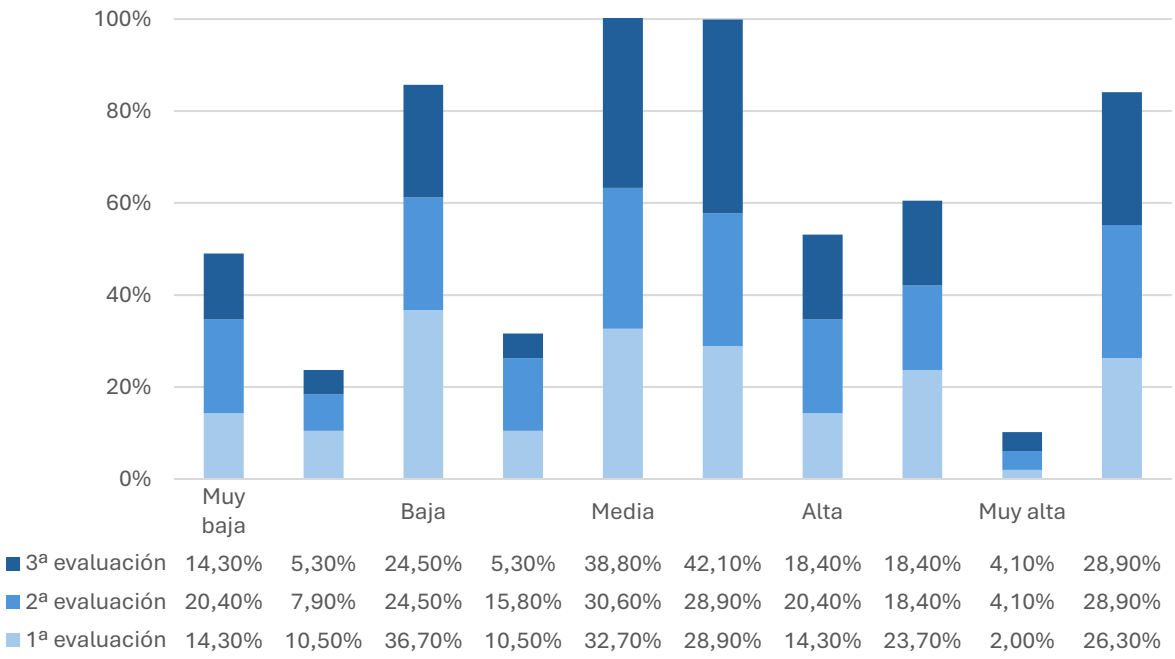
Es relevante para este estudio el porcentaje de alumnado que obtiene puntuaciones bajas o muy bajas, un 26,4 % en la tercera evaluación (junio de 2017) ya que proporciona en la muestra información sobre el porcentaje de alumnado con rendimiento insatisfactorio en matemáticas. Además, los datos del cuestionario analizados en SPSS revelan que el 14,9 % del alumnado tuvo en algún curso escolar las matemáticas pendientes, lo que indica dificultades previas en la materia.

Distribuciones de calificaciones en matemáticas por sexo

En la Figura 14 pueden observarse los porcentajes de alumnos y alumnas que han obtenido las diferentes categorías de rendimiento en matemáticas para cada evaluación.

Figura 14

Porcentajes dentro de cada sexo por categoría de rendimiento en matemáticas en cada evaluación



	Muy baja		Baja		Media		Alta		Muy alta	
3ª evaluación	14,30%	5,30%	24,50%	5,30%	38,80%	42,10%	18,40%	18,40%	4,10%	28,90%
2ª evaluación	20,40%	7,90%	24,50%	15,80%	30,60%	28,90%	20,40%	18,40%	4,10%	28,90%
1ª evaluación	14,30%	10,50%	36,70%	10,50%	32,70%	28,90%	14,30%	23,70%	2,00%	26,30%

Nota. La primera columna apilada de cada categoría de calificación en matemáticas corresponde a los alumnos y la segunda a las alumnas.

1ª evaluación: Se observa que las alumnas obtuvieron mejores calificaciones de matemáticas en la primera evaluación que los alumnos. El 50 % de las alumnas consiguieron calificaciones altas o muy altas mientras que entre los alumnos el 16.3 % lograron esos resultados. Además, el 51 % de los alumnos obtuvo calificaciones bajas o muy bajas frente al 21 % de las alumnas. Esto significa que en la muestra el rendimiento en matemáticas durante la primera evaluación de los alumnos fue inferior al de las alumnas, presentando con base en los resultados mayores dificultades en la materia.

2ª evaluación: Se observa que también en la segunda evaluación las alumnas obtuvieron mejores calificaciones de matemáticas que los alumnos. El 47.3 % de las alumnas consiguieron calificaciones altas o muy altas mientras que entre los alumnos el 24.5 % lograron esos resultados. Además, el 44.9 % de los alumnos obtuvieron calificaciones bajas o muy bajas frente al 23.7 % de las alumnas. Esto significa que en la muestra el rendimiento en matemáticas durante la segunda evaluación de los alumnos fue inferior al de las alumnas, como sucedió en la primera evaluación.

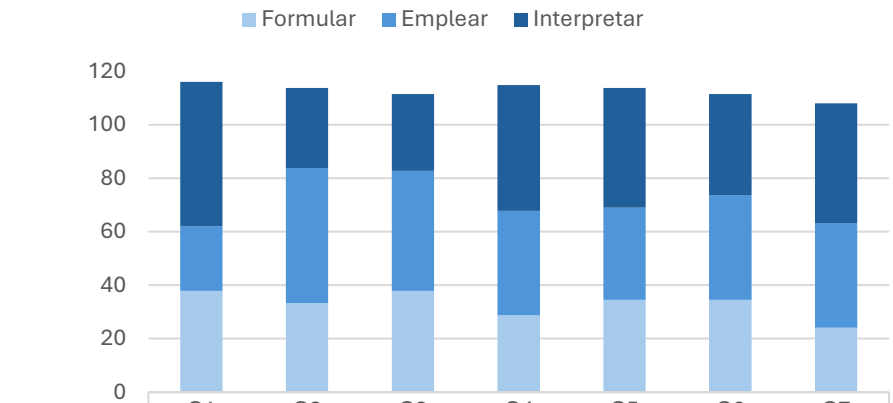
3ª evaluación: Se observa que en la tercera evaluación como en las anteriores las alumnas obtuvieron mejores calificaciones de matemáticas que los alumnos. El 47.3 % de las alumnas consiguieron calificaciones altas o muy altas mientras que entre los alumnos el 22.5 % lograron esos resultados. Además, el 38.8 % de los alumnos obtuvieron calificaciones bajas o muy bajas frente al 10,6 % de las alumnas. Esto significa que en la muestra el rendimiento en matemáticas en la tercera evaluación de los alumnos fue inferior al de las alumnas, como sucedió en las evaluaciones anteriores lo que indica que los alumnos tienen más dificultades en la materia.

- **Dificultades en procesos matemáticos: preguntas 5 a 17 del cuestionario**

En la Figura 15 se muestran los porcentajes de alumnado que ha informado sobre dificultades en las capacidades o habilidades fundamentales descritas en PISA 2015: Comunicación-C1, Matematización-C2, Representación-C3, Razonamiento y argumentación-C4, Diseño de estrategias-C5, Uso del lenguaje y simbolismo matemático-C6 y Uso de herramientas matemáticas C7. Cada una de ellas se relaciona con los procesos matemáticos fundamentales en la resolución de problemas matemáticos: Formular, Emplear e Interpretar.

Figura 15

Porcentaje de alumnado con dificultades en capacidades matemáticas



	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
Interpretar	54,02	29,89	28,74	47,13	44,83	37,93	44,83
Emplear	24,14	50,57	44,83	39,08	34,48	39,08	39,08
Formular	37,93	33,33	37,93	28,74	34,48	34,48	24,14

En la capacidad de comunicación C1, las mayores dificultades informadas por el 54,02% del alumnado de la muestra se presentan en interpretar preguntas o tareas. Para la capacidad de matematización C2, el porcentaje mayor de dificultad, 50,57 % se refiere a tener en cuenta el contexto del problema para guiar el proceso de resolución matemática. Sobre representación C3, el 44,83 % informa dificultades en utilizar distintas representaciones cuando se aborda un problema. En razonamiento y argumentación C4, las dificultades del 47,13% del alumnado se refieren a reflexionar sobre soluciones matemáticas y elaborar argumentos para apoyarlas o rechazarlas. En el diseño de estrategias para resolver problemas C5, el 44,83 % presenta dificultades en diseñar y usar estrategias para interpretar la solución matemática de un problema. Sobre utilización de operaciones y un lenguaje simbólico, formal y técnico C6, las mayores dificultades presentadas por el 39, 08 % del alumnado participante en el cuestionario se refieren a comprender conceptos, definiciones y utilizar reglas y métodos de cálculo y sobre la utilización de herramientas matemáticas C7, el mayor porcentaje, 44,83 % de los participantes informa dificultades en utilizar herramientas matemáticas para saber si una solución es razonable o se adecua al contexto del problema.

Sumando los porcentajes de cada uno de los procesos formular, emplear e interpretar asociados a las siete capacidades matemáticas, de C1 a C7, se obtiene que en el proceso

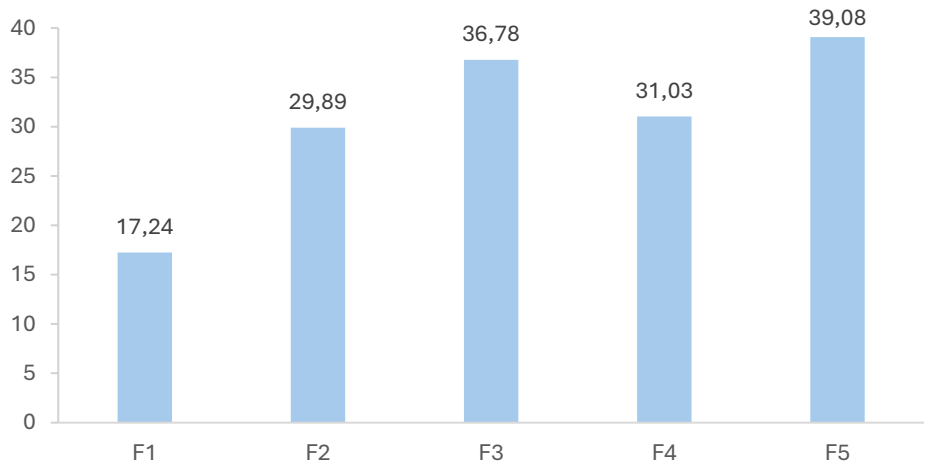
interpretar el porcentaje total es mayor que en el resto de los procesos, lo que revela mayores dificultades en este proceso. En concreto se obtiene un 287,37 % frente al 271, 26% de emplear y el 231,03% de formular.

Globalmente, según los resultados obtenidos la capacidad de comunicación en matemáticas C1 sería la que presentaría más dificultades y el uso de herramientas matemáticas C7 la que menos, aunque en todas ellas el alumnado presenta dificultades en los tres procesos matemáticos de formular, emplear e interpretar, en este último habría más dificultades según la información extraída del cuestionario.

Las preguntas 12 a 17 del cuestionario se centran en procedimientos incluidos en cada una de las etapas fundamentales de resolución matemática de problemas. Las Figuras 16, 17 y 18 presentan el porcentaje de alumnado que informó sobre dificultades específicas relacionadas con los procesos básicos de formular, emplear e interpretar.

Figura 16

Porcentaje de alumnado con dificultades en formular



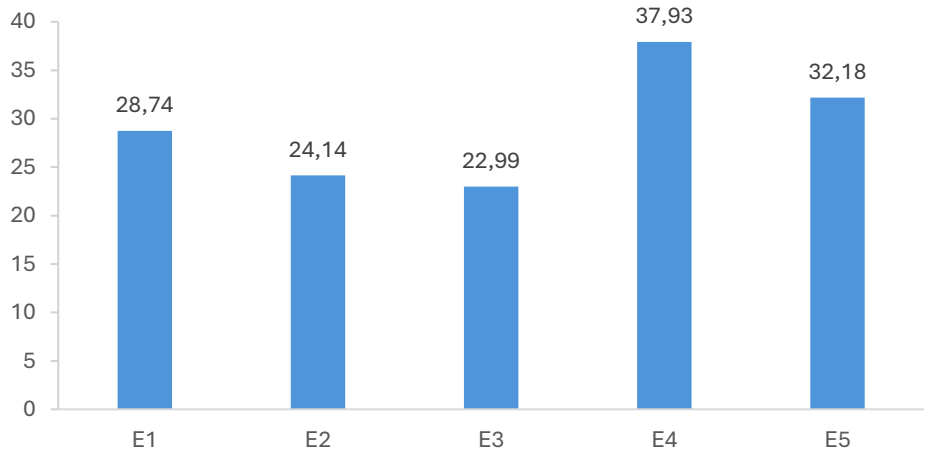
Nota. F1- Identificar aspectos matemáticos de un problema del mundo real, F2-Simplificar una situación o problema para su posterior estudio, F3-Representar matemáticamente una situación, utilizando variables, símbolos, diagramas u otros modelos adecuados, F4-Reconocer aspectos de un

problema que se corresponden con problemas conocidos y F5-Comprender y explicar las relaciones entre el lenguaje específico de un problema y el lenguaje matemático.

En relación con el proceso fundamental Formular, para concretar las dificultades del alumnado se establecieron cinco acciones F1, F2, F3, F4 y F5 relacionadas con ese proceso para resolver matemáticamente un problema e inspiradas en el marco de matemáticas de PISA (2015). Por una parte, los datos revelan que las mayores dificultades informadas por el 39,08 % del alumnado se concentran en la comprensión y explicación de las relaciones entre el lenguaje utilizado en el enunciado del problema y el lenguaje matemático necesario en su formulación matemática (F5). También supera la tercera parte del alumnado, en concreto el 36,78 %, las dificultades para representar una situación utilizando modelos matemáticos adecuados (F3). Por otra parte, el menor porcentaje de dificultades es de 17,24 % y corresponde a la identificación de elementos matemáticos en problemas reales (F1).

Figura 17

Porcentaje de alumnado con dificultades en emplear

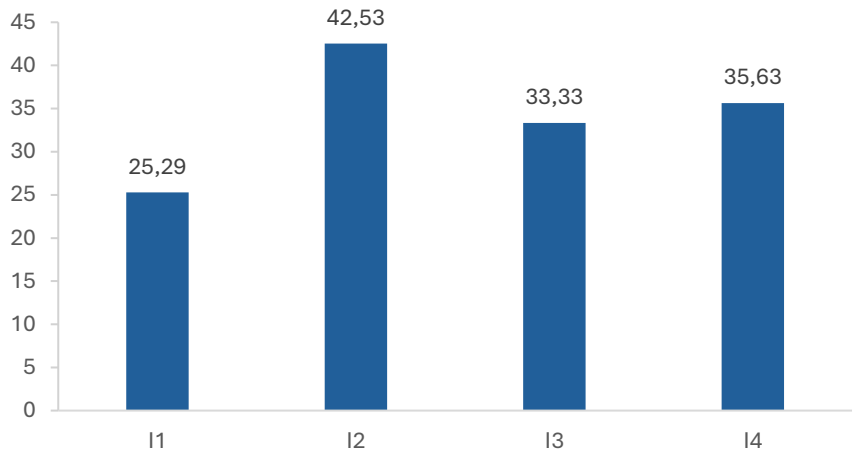


Nota. E1- Poner en marcha estrategias para encontrar soluciones matemáticas, E2- Utilizar herramientas matemáticas (incluida la tecnología) para encontrar soluciones exactas o aproximadas, E3- Aplicar reglas y métodos de cálculo en la búsqueda de soluciones, E4- Manipular números, datos, información gráfica y estadística, expresiones algebraicas y ecuaciones o representaciones geométricas y E5- Explicar y justificar los resultados matemáticos

Sobre el proceso fundamental Emplear, para concretar las dificultades del alumnado también se establecieron cinco acciones E1, E2, E3, E4 y E5 relacionadas con ese proceso para resolver matemáticamente un problema. En este caso las mayores dificultades informadas por el 37,93 % del alumnado fueron la manipulación de datos numéricos, gráficos, estadísticos, algebraicos o geométricos (E4) y el menor porcentaje fue de 22,99 % con dificultades al aplicar reglas y cálculos para encontrar las soluciones del problema.

Figura 18

Porcentaje de alumnado con dificultades en interpretar



Nota. I1-Valorar si una solución matemática es razonable en el contexto del mundo real, I2-Explicar por qué un resultado matemático tiene o no sentido en el contexto del problema, I3-Comprender el alcance y los límites de los conceptos y soluciones en matemáticas y I4-Valorar el ajuste o aplicación de los resultados según el modo en que el mundo real afecta a los cálculos

Con relación al proceso fundamental Interpretar, para la concreción de las dificultades del alumnado se consideraron cuatro acciones I1, I2, I3 e I4 vinculadas a ese proceso de resolución matemática de problemas. El porcentaje más elevado de dificultades entre estas acciones corresponde a la explicación del sentido de los resultados encontrados dentro del contexto del problema (I2), informado por el 42,53 % del alumnado y el menor porcentaje de

alumnado, un 25,29 % informa de dificultades al valorar si una solución matemática es razonable en el contexto real.

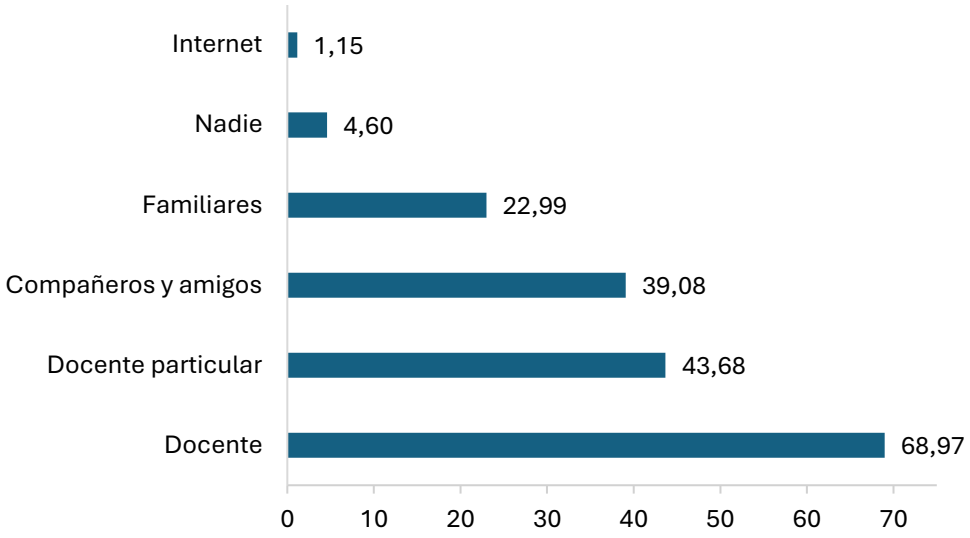
Considerando los datos de las Figuras 16, 17 y 18 anteriores, se obtiene que los porcentajes medios referidos a cada proceso son 30.8 % en formular, 29.2 % en emplear y 34.2 % en interpretar, lo que informa de más dificultades en el proceso matemático interpretar.

– **Recursos para el aprendizaje: preguntas 18 y 19 del cuestionario**

Las preguntas 18 y 19 del cuestionario DIMA se refieren a los recursos tanto humanos como materiales utilizados por el alumnado en el aprendizaje de las matemáticas y el porcentaje de alumnado que recurre a cada una de las opciones de ambos tipos de recursos se representa en las Figuras 19 Y 20.

Figura 19

Porcentaje de alumnado que pregunta dudas de matemáticas a determinadas fuentes



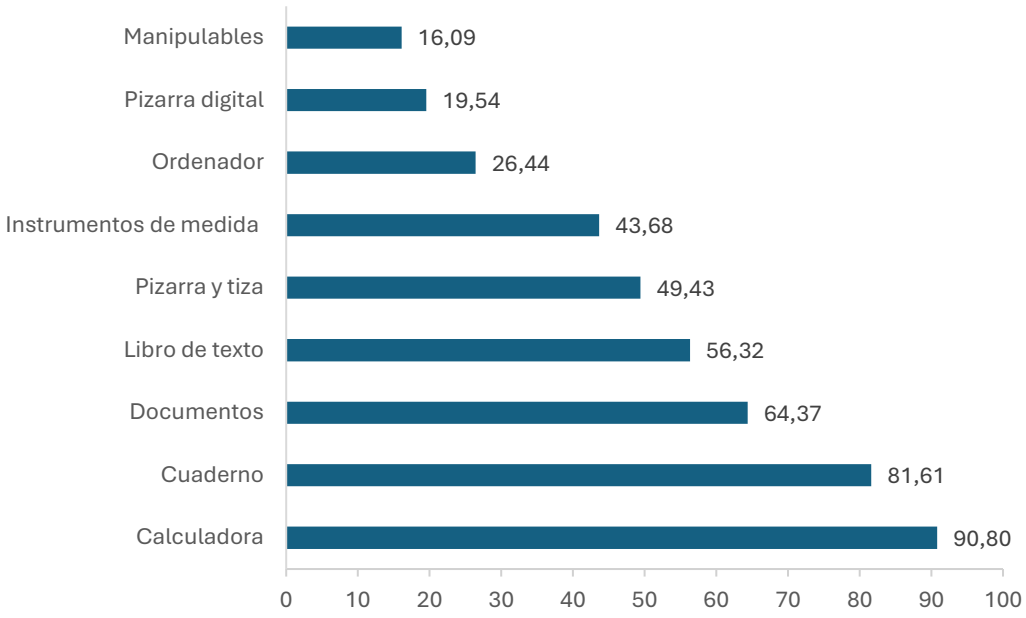
Nota. La categoría compañeros y amigos resulta de unir ambas opciones y la categoría de familiares engloba a padres y otras opciones señaladas como hermanos.

El 68,97 % del alumnado recurre a su profesor del centro educativo para preguntar dudas de matemáticas mientras que un 4,6 % no recurre a nadie para resolver sus dudas lo que puede indicar que carecen de dudas destacables o pueden resolverlas sin ayuda. Este último

grupo junto al 1,15 % que usa internet para conocer la respuesta a sus preguntas podrían considerarse estudiantes autónomos en el aprendizaje de las matemáticas. Los datos también revelan como el 43,68% del alumnado pregunta sus dudas en clases particulares, lo que podría indicar que ese alumnado considera que tiene dificultades en la materia y que por tanto necesita apoyo particular. Otras personas como familiares o compañeros y amigos, con relación más cercana al alumnado, ayudan al 22,99 % y 39,08 % del alumnado respectivamente.

Figura 20

Porcentaje de alumnado que utiliza determinados recursos en clase de matemáticas



Los resultados a la pregunta sobre los recursos que el alumnado utiliza en clase de matemáticas proporcionan indirectamente información sobre los recursos que el profesorado utiliza para la enseñanza. Los altos porcentajes se centran en recursos como la calculadora con un 90,8 % asociado, el cuaderno con un 81,61 %, los apuntes o documentos complementarios usados por el 64,37 % del alumnado o el libro de texto por el 56, 32 %. La pizarra y tiza y los instrumentos de medida y dibujo se unen a esta lista de recursos más tradicionales usados por el 49,43 % y el 43,68 % del alumnado respectivamente. Menos usados son los recursos digitales

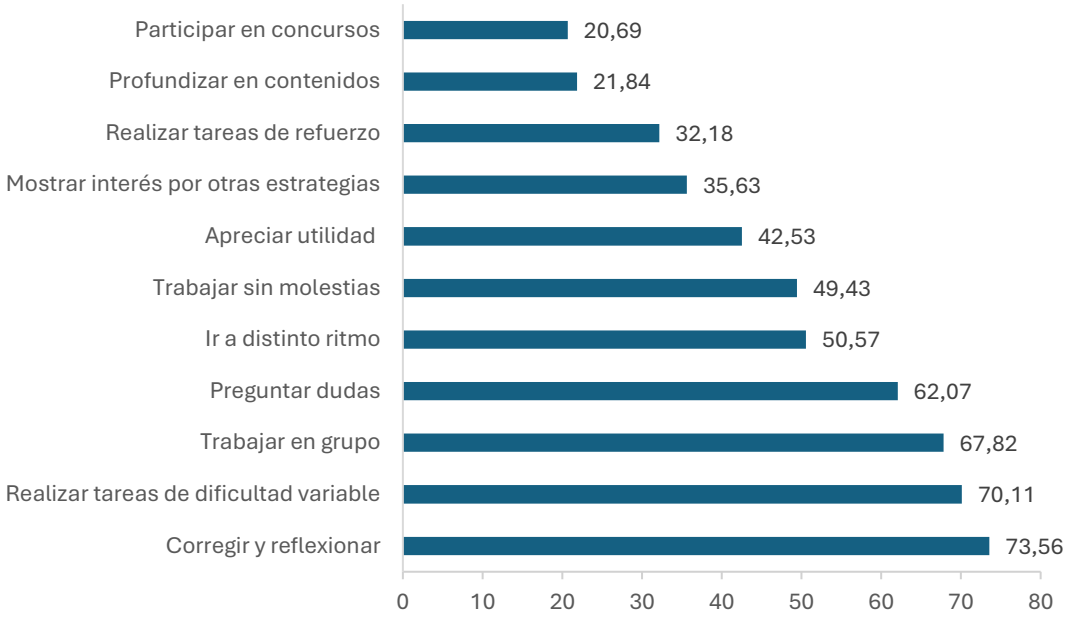
como el ordenador y la pizarra digital, utilizados respectivamente por el 26,44 % y el 19,54 % del alumnado y los recursos manipulables por el 16,09%.

- **Prácticas habituales en el aula de matemáticas: pregunta 20**

En el aula, el alumnado puede realizar determinadas acciones que reflejan no solo sus actitudes y procedimientos habituales, sino también el modo de proceder docente, sus estrategias y el ambiente en el aula. En la Figura 21 , se muestran los porcentajes del alumnado según sus diferentes formas de participación en clase de matemáticas.

Figura 21

Porcentaje de alumnado que realiza determinadas acciones en clase de matemáticas



Los porcentajes más elevados de alumnado informan de estrategias de aprendizaje como la corrección de actividades y reflexión sobre los errores cometidos, 73,56 %, la realización de tareas de diferentes grados de dificultad, 70,11 % o la resolución de algunos problemas junto con otros compañeros, 67,82%. La puesta en marcha de medidas de refuerzo y enriquecimiento por parte del profesorado se manifiesta en el 32, 18% del alumnado que realiza tareas complementarias de refuerzo y el 21,84 % que investiga o profundiza en algunos contenidos matemáticos. Esto muestra un porcentaje superior de alumnado con posibles

dificultades en matemáticas y que por tanto requiere algún tipo de refuerzo que de alumnado más capacitado con la posibilidad de extender conocimientos explorando nuevos contenidos. La participación del 20,69 % del alumnado en concursos matemáticos u otras actividades lúdicas de aprendizaje refleja que aproximadamente una quinta parte de los encuestados elige las actividades de aprendizaje opcionales que el profesorado propone para motivar al alumnado. También el interés del alumnado hacia las matemáticas puede mostrarse a través de la consideración por el 35,63% de otras formas diferentes a la propia para resolver problemas matemáticos o de preguntar cuando tienen dudas sobre algún contenido matemático, a lo que recurre el 62,07 % del alumnado. Ver la utilidad de las matemáticas en las actividades que realizan sugiere una disposición potencialmente favorable hacia la materia. De esa percepción práctica informa el 42,53 % del alumnado. También se destaca, en relación con el contexto y condiciones del aprendizaje que las estrategias utilizadas por el profesorado en el aula permiten que el alumnado pueda ir a su ritmo, informado por el 50,57 % del alumnado y que el 49,43 % pueda trabajar sin que les molesten, lo que podría interpretarse como que el resto no puede hacerlo porque el clima de aula no es adecuado, interfiriendo en su aprendizaje.

- **Formas de mejorar en matemáticas: pregunta 21**

Las respuestas del alumnado a la pregunta del cuestionario sobre lo que creen que podría ayudarles a mejorar en la asignatura de matemáticas son variadas y se agrupan en categorías sobre el alumnado, el profesorado, las tareas o el ambiente escolar, dependiendo del foco de atención. Las referidas al alumnado abarcan los siguientes aspectos:

- Atención y concentración en clase: *"Estar más atenta y menos distraída" o "Mayor concentración a la hora de resolver problemas"*
- Estudio en casa y trabajo autónomo: *"Trabajar más en casa", "Aplicar más tiempo en estudiar matemáticas" "Trabajar más yo, y asentar mejor las bases" "Estudiar más y no estudiar el último día", "Ponerme un poco más a estudiar cada día*".

- Motivación y actitud personal: *"Esforzarme más y estar más atenta a la hora de la explicación" "Más actitud", "Motivación".*
- Satisfacción con la asignatura o sin opinión: *"Nada, este año para mí las clases están bien" "Estoy contento con las matemáticas de este año", "Francamente, nada"*

Con relación al docente, las respuestas se centran en lo siguiente:

- Explicaciones del profesorado*: "Que expliquen mejor y cuando tengas una duda la expliquen de nuevo", "Que el profesor te resuelva las dudas", "Que los profesores explicaran mejor", "Explicar los contenidos con más tiempo" "Alguna explicación más sencilla"*
- Percepción negativa del docente: *"Pues que la profesora sepa explicar bien y no pase de mí", "Cambiar de profesora" "Practicar ejercicios"*
- Metodología y dinámica de clase: *"Que nos motivasen y que hiciesen las clases más divertidas", "Hacer más ejercicios en grupo para ayudarnos los unos a los otros" "Más trabajos en grupo harían las clases más divertidas"* "*que separaran las clases por gente a la que le interesa la asignatura y no"*
- Apoyo externo*:" Mi profesora de clases particulares" "Ir más horas a clase particular"*
- Sobre las tareas y ejercicios, el alumnado considera que le ayudaría *"Hacer más ejercicios de refuerzo, del tema que no entienda", "Más tiempo para hacer ejercicios en clase" o "Realizar actividades distintas que no sean mecanizar el proceso de resolución de un problema"*
- Finalmente, referidas al ambiente escolar se destacan expresiones como *"Menos compañeros que molesten"," Mejorar el ambiente de la clase y que toque con profesores que te lo expliquen hasta que lo entiendas" "Que el profesor sepa llevar la clase sin jaleo como Iván"*

La visualización de las palabras que aparecen más frecuentemente o que tienen mayor relevancia se muestra a través de tamaños de fuente más grandes en la nube de palabras referida a los aspectos que desde la percepción del alumnado les ayudaría a mejorar en la materia de matemáticas (Figura 22).

Figura 22

Nube de palabras sobre elementos que ayudarían al alumnado a mejorar en matemáticas



Nota. Nube de palabras generada con la herramienta Voyant Tools: https://voyant-tools.org/

La nube de palabras refleja las necesidades del alumnado para mejorar en matemáticas. Las palabras más destacadas, como más, ejercicios, explicar, clase, atención, profesora y estudiar y mejor indican que el alumnado considera que necesita más ejercicios de práctica, mejores explicaciones por parte del profesor/a, mayor atención en clase con un ambiente más propicio para el aprendizaje y dedicar más tiempo al estudio.

- **Observaciones del alumnado sobre el cuestionario: pregunta 22**

El 63% del alumnado indica que no tienen observaciones adicionales, usando diferentes expresiones como "*nada*" o "*ninguna*". El 13 % menciona que sus notas son aproximadas o

que no las recuerdan bien, por ejemplo, *"las notas puestas son aproximadas, he aprobado, pero no me acuerdo muy bien con cuánto*".

También hay un 9 % de observaciones referidas al cuestionario, como su enfoque en dificultades, en la respuesta "*necesita más cosas en plan de cosas que se te dan bien y no solo las dificultades*", "*demasiadas preguntas sobre tus dificultades*"; puntualmente un alumno indica que "*No se entienden bien las preguntas*", otro que el "*vocabulario difícil*" y una alumna sugiere incluir un apartado cuando no se presentan dificultades "*Poner en algunas preguntas, no a todo o algo así*" e incluso hay quien preferiría más apartados de opinión libre.

Otro 9 % del alumnado hace aclaraciones sobre alguna respuesta facilitada previamente como, por ejemplo: "*en la pregunta 11, uso adecuadamente todas las herramientas matemáticas*", el 3% resaltan aspectos positivos, como la ayuda del profesor "*Pues me gustaría resaltar que el/la profesor/profesora ayuda mucho, mucho....* ", "*Mi profesor de mates es un crak*" o el gusto por las matemáticas. Además, un 2% propone formas de mejorar en matemáticas a través del apoyo en asignaturas como Conocimiento de las Matemáticas o de mejores explicaciones del profesorado.

En general, las respuestas son una combinación de falta de observaciones, dificultades al recordar las notas de matemáticas y propuestas de mejora.

Conclusiones. En relación con los procesos para resolver problemas matemáticos, se encuentran dificultades en los tres procesos básicos considerados formular, emplear e interpretar, con un porcentaje medio más alto de alumnado que informa sobre dificultades con la interpretación. Se destacan las dificultades en comprender y explicar las relaciones entre el lenguaje específico de un problema y el lenguaje matemático (formular), la manipulación de datos numéricos, gráficos, estadísticos, algebraicos o geométricos (emplear) y la explicación del sentido de los resultados encontrados dentro del contexto del problema (interpretar). Esto indica que el alumnado tiene problemas para comprender enunciados, identificar datos

relevantes, manipularlos y contextualizar soluciones, por lo que sería necesario utilizar estrategias de enseñanza para potenciar actividades de comprensión lectora aplicada a problemas matemáticos y utilizar diagramas, mapas conceptuales y recursos visuales para desglosar los problemas en partes más manejables.

Los resultados también muestran que el 69 % de los participantes depende del profesorado en clase para resolver dudas y un 44 % asiste a clases particulares, lo que sugiere que el aprendizaje no es completamente autónomo y que en el aula no se cubren todas las necesidades formativas del alumnado. Como mejoras, sería necesario fomentar la autonomía del alumnado, promoviendo la autoevaluación y ofreciendo recursos digitales accesibles a través de plataformas virtuales, como videos explicativos o actividades interactivas para que el alumnado pueda reforzar los contenidos de forma autónoma.

El uso de herramientas en el aula se centra en la calculadora y el cuaderno, mientras que materiales manipulativos, pizarras digitales y ordenadores tienen un uso más reducido, lo que puede limitar por una parte la interacción de forma tangible del alumnado con conceptos abstractos que faciliten la comprensión a través de la experimentación y la observación y por otra parte el aprendizaje interactivo y práctico. Esto sugiere estrategias de mejora como la integración de software educativo para visualizar conceptos matemáticos complejos, aplicando herramientas digitales como GeoGebra o Desmos para reforzar conceptos de forma dinámica o usar materiales manipulativos para la enseñanza de temas abstractos como álgebra o geometría.

El alumnado también demanda un ambiente menos disruptivo con clases más motivadoras, lo que sugiere la necesidad de mejoras en la dinámica del aula para optimizar el aprendizaje. Esto puede abordarse con la aplicación de técnicas en el aula que minimicen las interrupciones fomentando la atención, el diseño de actividades de aprendizaje ludificado con retos, puntos o recompensas para motivar al alumnado, la introducción de problemas

matemáticos aplicados a la vida cotidiana y cercanos a los intereses del alumnado que hagan más atractivos los contenidos y a través del aprendizaje cooperativo en el aula, trabajando en pequeños grupos para aumentar la implicación del alumnado.

Los resultados del cuestionario DIMA también evidencian la necesidad de más práctica para consolidar los conocimientos matemáticos lo que lleva a diseñar actividades con niveles de dificultad progresiva que permita al alumnado reforzar su aprendizaje sin frustrarse, incorporar desafíos que requieran aplicar las matemáticas en diferentes contextos y destinar tiempos específicos en el aula para guiar la práctica del alumnado aportando apoyo en caso necesario y fomentando también el aprendizaje autónomo.

IV.1.2. Hábitos de estudio y motivación

Características del cuestionario HEMA. Para explorar los hábitos de estudio y la motivación para el aprendizaje del alumnado del IES Los Valles se usó el cuestionario HEMA (Oñate Gómez, s.f). Consta de 100 preguntas de respuesta cerrada dicotómica afirmativa y negativa distribuidas en los siguientes ocho apartados (Anexo B):

I. Factores Ambientales

II. Salud Física y Emocional

III. Aspectos sobre el Método de Estudio

IV. Organización de Planes y Horarios

V. Realización de Exámenes

VI. Búsqueda de Información

VII. Comunicación Académica Escrita y Oral

VIII. Acerca de la motivación para aprender

Los siete primeros apartados contienen 10 preguntas cada uno y el último sobre motivación para aprender contiene 30.

En la operacionalización de las variables de estudio (Tabla 5) se asocian los indicadores representados por las preguntas del cuestionario a cada dimensión de las dos variables vinculadas al cuestionario HEMA: los hábitos de estudio y la motivación para aprender.

Tabla 5

Operacionalización de las variables del cuestionario HEMA

Variable	Definición	Dimensiones	Indicadores (Anexo B)
Hábitos de estudio	Conjunto de prácticas, estrategias y rutinas adquiridas por una persona para optimizar el aprendizaje, mejorar la concentración y facilitar la retención de información.	1. Factores Ambientales	De PI.1 a PI.10
		2. Salud Física y Emocional	De PII.1 a PII.10
		3. Aspectos sobre el Método de Estudio	De PIII.1 a PIII.10
		4. Organización de Planes y Horarios	De PIV.1 a PIV.10
		5. Realización de Exámenes	De PV.1 a PV.10
		6. Búsqueda de Información	De PVI.1 a PVI.10
		7. Comunicación Académica Escrita y Oral	De PVII.1 a PVII.10
Motivación para aprender	Conjunto de razones, deseos o incentivos que orientan y sostienen la conducta hacia el aprendizaje y la superación personal.	1. Interés intrínseco por el aprendizaje	PVIII.1, PVIII.3, PVIII.6, PVIII.12, PVIII.15, PVIII.21
		2. Confianza en la capacidad de aprender	PVIII.2, PVIII.4, PVIII.19
		3. Participación activa en el proceso	PVIII.5, PVIII.7, PVIII.10, PVIII.14, PVIII.22
		4. Reflexión y autonomía en el aprendizaje	PVIII.8, PVIII.9, PVIII.11, PVIII.13, PVIII.16, PVIII.18, PVIII.23
		5. Conexión con profesionales y entornos	PVIII.20, PVIII.24, PVIII.25, PVIII.29, PVIII.30
		6. Búsqueda de recursos y enriquecimiento	PVIII.17, PVIII.26, PVIII.27, PVIII.28

Nota. La propuesta de dimensiones en la variable Hábitos de estudio se basa en los apartados del cuestionario y en la Motivación para aprender se atiende a la temática de las preguntas.

Por una parte, la variable Hábitos de estudio está vinculada a acciones prácticas, estrategias y rutinas que el alumnado desarrolla para mejorar su desempeño académico. Incluye dimensiones centradas en actividades prácticas y comportamientos que el alumnado puede ajustar y mejorar para alcanzar sus metas académicas. Las siete dimensiones asignadas en la Tabla 5 se corresponden con la clasificación que figura en el cuestionario (Oñate Gómez, s.f) y son las siguientes: los factores ambientales, dado que el entorno en el que se estudia influye en la capacidad de concentración y productividad; la salud física y emocional asociadas con prácticas saludables físicas y mentales que contribuyen al aprendizaje efectivo; los aspectos sobre el método de estudio como las estrategias y procedimientos empleados por los estudiantes; la organización de planes y horarios para distribuir eficientemente las tareas y el tiempo; la realización de exámenes con técnicas para afrontarlos, permitiendo que el alumnado demuestre el conocimiento adquirido; la búsqueda de información que permita localizar y analizar datos relevantes para optimizar el aprendizaje y la comunicación académica escrita y oral centrada en competencias prácticas y procedimentales como la redacción científica, la argumentación y el trabajo en equipo, habilidades que forman parte de las rutinas para desenvolverse en el ámbito académico.

Por otra parte, la variable Motivación se relaciona con las razones internas y externas que impulsan al alumnado a aprender. A falta de una categorización previa en el cuestionario, relacionadas con las preguntas del apartado VIII acerca de la motivación para aprender, se establecen las siguientes dimensiones relacionadas con factores que influyen en el interés, la energía, y la persistencia para aprender: el interés intrínseco por el aprendizaje que tiene relación con el deseo genuino de aprender, la satisfacción al aprender y la conexión con intereses propios; la confianza en la capacidad de aprender o autoeficacia percibida sobre la capacidad para superar dificultades, aprender de errores y avanzar; la participación activa en el proceso de aprendizaje o disposición del alumnado para involucrarse en el proceso de

aprendizaje mediante actividades en clase, colaboración con compañeros y profesores y aprovechamiento de oportunidades de aprendizaje; la reflexión y autonomía en el aprendizaje que incluye la capacidad de reflexión sobre estrategias personales de aprendizaje, planificación y optimización del tiempo, así como la adopción de actitudes críticas y creativas; la conexión con profesionales y entornos de interés vinculada a personas, ambientes y recursos que enriquecen el aprendizaje y lo conectan con un contexto práctico y profesional y la búsqueda de recursos y enriquecimiento académico referida a la capacidad de buscar información adicional, participar en actividades relacionadas con el aprendizaje y utilizar recursos educativos disponible.

Muestra. La muestra de alumnado que responde al cuestionario está compuesta por 46 alumnos y 39 alumnas, por lo que tiene tamaño 85, que supone el 38,29 % de todo el alumnado del IES Los Valles en el año académico 2016-2017 y se distribuye por niveles educativos según la Tabla 6.

Tabla 6

Tamaños de la muestra y de la población por niveles educativos

Curso	**TOTAL**	**1º ESO**	**1º PMAR**	**2º ESO**	**2º PMAR**	**3º ESO**	**4º ESO**	**1º BT**	**2º BT**
Tamaño de la muestra	85	8	0	18	5	25	24	5	0
Tamaño de la población	222	38	9	25	5	44	44	31	26
Porcentajes	38,29	21,05	0	72	100	56,82	54,55	16,13	0

Nota. ESO: Enseñanza Secundaria Obligatoria

PMAR: Programa para la Mejora del Aprendizaje y del Rendimiento

BT: Bachillerato

El muestreo, al igual que en el caso del cuestionario DIMA es no probabilístico por conveniencia, buscando explorar los hábitos de estudio del alumnado de la muestra sin pretender generalizar los resultados a la población.

Procedimientos. El cuestionario HEMA se aplicó en el IES Los Valles para hacer un diagnóstico inicial identificando las debilidades en los hábitos de estudio y la motivación para el aprendizaje del alumnado. La detección de necesidades a través del cuestionario permite reconocer el área específica que requiere mejoras para planificar acciones en ese sentido.

Selección de participantes. La selección de los participantes atendió a criterios de conveniencia que permitiesen la obtención de información y buscando la mayor participación posible. Fue necesario contactar con los tutores de los grupos de ESO y Bachillerato para planificar la implementación del cuestionario y la participación de los diferentes grupos estuvo condicionada por la posibilidad de utilizar una de las aulas de informática disponibles sólo en determinadas horas por ser compartidas por todo el profesorado y por la colaboración de los tutores durante una de sus sesiones con el grupo correspondiente. Estas circunstancias impidieron la participación de los grupos de 1º PMAR y 2º de Bachillerato.

Procedimiento de aplicación. Previo a la aplicación del cuestionario, el alumnado recibió una explicación sobre el propósito del cuestionario HEMA de diagnosticar hábitos de estudio y estrategias de aprendizaje e identificar áreas de mejora. Además, se recordó la participación voluntaria y se destacó la importancia de responder con sinceridad, aclarando que los datos se usarían exclusivamente para la investigación que se estaba llevando a cabo. Se aplicó en formato digital, utilizando la página web PsicotécnicosTest.com[1] y su realización tuvo lugar durante el mes de junio del curso 2016-2017 en el aula de informática bajo la supervisión de la investigadora y el tutor de cada grupo participante. Se utilizó una sesión de 50 minutos por grupo coincidiendo en el caso de la ESO con la hora destinada a tutoría y en

[1] https://www.psicotecnicostest.com/testdepersonalidad/habitosdeestudiostest.asp

primero de bachillerato con una sesión de clase del tutor. Este tiempo destinado para cumplimentarlo fue suficiente para que el alumnado pudiese reflexionar sobre cada pregunta.

Recolección y análisis de datos. Al finalizar el cuestionario, cada participante podía visualizar los resultados obtenidos en cada uno de los ocho apartados del cuestionario y ser así más consciente de sus debilidades y fortalezas. Además, según las instrucciones iniciales que la investigadora proporcionó al alumnado, era necesario hacer una captura de pantalla a los resultados y guardarla en el escritorio del ordenador para la posterior recogida de datos. El plan original de envío de los datos a la investigadora a través de un correo electrónico tuvo que modificarse al percatarse de que parte del alumnado no disponía de correo electrónico. Una vez recopilados los datos inmediatamente después de la aplicación del cuestionario, se ingresaron las respuestas en una base de datos del software SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) para su procesamiento. Durante el análisis descriptivo, se emplearon herramientas estadísticas para la obtención de porcentajes y frecuencias asociadas a cada apartado del cuestionario y se organizaron en tablas y gráficos para facilitar la visualización e interpretación de los resultados. Este análisis facilitó la detección de áreas con puntajes bajos para diseñar estrategias de mejora adaptadas a las necesidades del alumnado.

Análisis de resultados. Clasificando las puntuaciones de las categorías de hábitos de estudio como muy bajas (0,1 y 2), bajas (3 y 4), medias (5 y 6), altas (7 y 8) y muy altas (9, 10) y de igual forma las puntuaciones de la motivación para aprender: muy bajas con puntuaciones de 1 a 6; bajas, de 7 a 12; medias de 13 a 18, altas de 19 a 24 y muy altas de 25 a 30; se obtienen en la Tabla 7 los porcentajes del alumnado de la muestra correspondientes a resultados muy bajos, bajos, medios, altos o muy altos en cada categoría del cuestionario y en la Tabla 8, la distribución por niveles académicos de enseñanza secundaria.

Tabla 7

Distribución de alumnado por resultados en cada categoría del cuestionario HEMA

Resultados		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
Muy bajos	N	0	1	0	2	2	10	1	0
	%	0	1,18	0	2,35	2,35	11,76	1,18	0
Bajos	N	1	7	3	9	5	14	5	1
	%	1,18	8,24	3,53	10,59	5,88	16,47	5,88	1,18
Medios	N	5	22	20	20	15	22	27	24
	%	5,88	25,88	23,53	23,53	17,65	25,88	31,76	28,24
Altos	N	28	39	30	25	32	21	23	38
	%	32,94	45,88	35,29	29,41	37,65	24,71	27,06	44,71
Muy altos	N	51	16	32	29	31	18	29	22
	%	60	18,82	37,65	34,12	36,47	21,18	34,12	25,88

Nota. C1 a C8 son las categorías del cuestionario: C1= Factores ambientales, C2= Salud física y emocional, C3= Método de estudio, C4= Organización de planes y horarios, C5= Realización de exámenes, C6=Búsqueda de información, C7= Comunicación escrita y oral y C8=Motivación para aprender

De especial interés para este estudio son los resultados bajos o muy bajos, para identificar el aspecto que es necesario potenciar en el alumnado. En la Tabla 7, la categoría destacada en la que aproximadamente el 28% del alumnado que ha realizado el cuestionario alcanza estos niveles es en la búsqueda de información (C6). Con esta categoría se trata de indagar en las habilidades y conocimientos del alumnado relacionados con la localización, organización y manejo de información bibliográfica y documental. Engloba competencias técnicas sobre rellenar fichas bibliográficas, manejar ficheros tradicionales y utilizar sistemas bibliográficos informatizados, aspectos de organización personal como crear y gestionar un fichero personal ampliable, así como elaborar fichas de contenido o referencias; conocimientos especializados como la familiaridad con la clasificación decimal universal, el manejo de bibliotecas generales, la localización de fuentes específicas de estudio o la consulta de revistas y el acceso a recursos con la identificación de librerías, editoriales y otras fuentes relevantes para el área de estudio.

Tabla 8

Distribución de alumnado por nivel académico con resultados muy bajos o bajos en cada categoría del cuestionario HEMA

		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
1ºESO	N	-	-	-	-	-	1	-	-
	a%	-	-	-	-	-	12,5	-	-
	b%	-	-	-	-	-	2,63	-	-
2º ESO	N	1	3	2	4	3	4	1	1
	a%	5,56	16,67	11,11	22,22	16,67	22,22	5,56	5,56
	b%	4	12	8	16	12	16	4	4
2º PMAR	N	-	1	-	-	-	-	-	-
	a%	-	20	-	-	-	-	-	-
	b%	-	20	-	-	-	-	-	-
3º ESO	N	-	2	1	4	2	11	3	-
	a%	-	8	4	16	8	44	12	-
	b%	-	4,55	2,27	9,09	4,55	25	6,82	-
4ºESO	N	-	2	-	1	2	6	1	-
	a%	-	8,33	-	4,17	8,33	25	4,17	-
	b%	-	4,55	-	2,27	4,55	13,64	2,27	-
1º BT	N	-	-	-	2	-	2	1	-
	a%	-	-	-	40	-	40	20	-
	b%	-	-	-	6,45	-	6,45	3,23	-

Nota. C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7 y C8 son las categorías del cuestionario.

El símbolo – indica que no hay resultados muy bajos o bajos

a. Porcentajes respecto de un determinado nivel académico en la muestra

b. Porcentajes respecto de un determinado nivel académico en la población

En las celdas vacías de la tabla no se han obtenido puntuaciones para el rango de resultados bajo o muy bajo

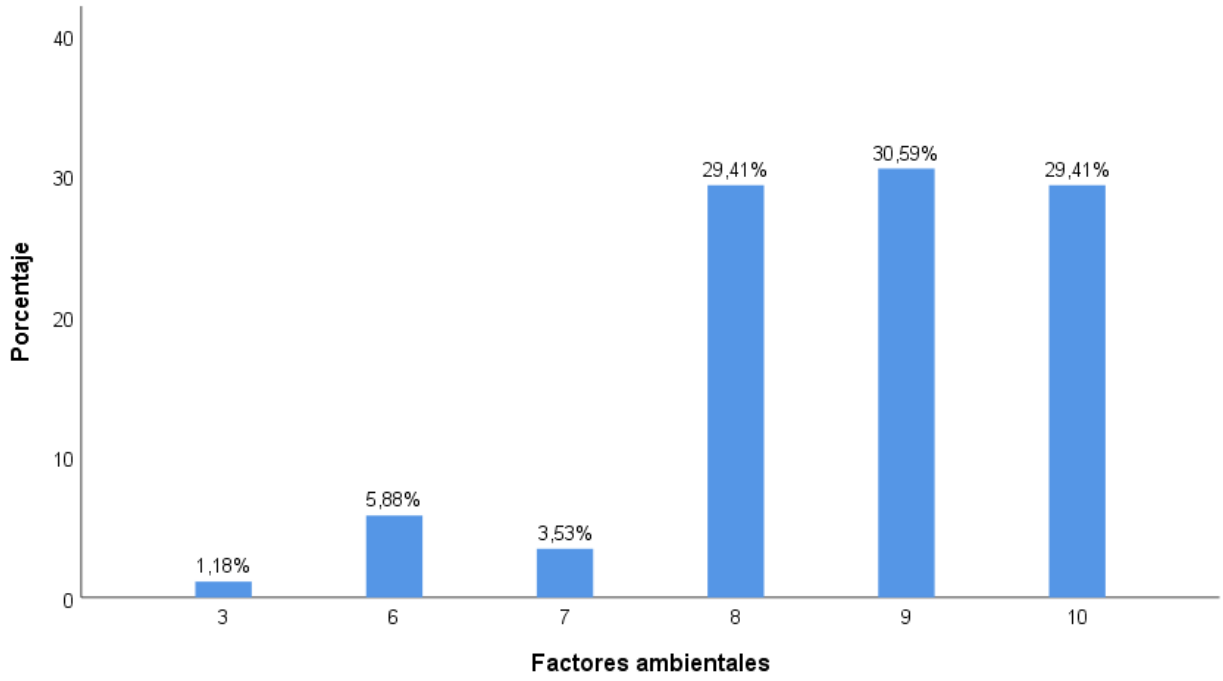
Tras localizar la categoría de hábitos de estudio con peores resultados, C6, centrada en la capacidad para buscar, gestionar y utilizar eficientemente información en el ámbito académico, en la Tabla 8 que concreta por niveles académicos los porcentajes de estudiantes situados en los rangos inferiores de resultados, se observa que el 44 % del alumnado de 3º de

ESO en la muestra obtiene en esta categoría C6 resultados bajos o muy bajos, lo que supone un cuarto del alumnado de 3º de ESO en el IES Los Valles y posiblemente sea un porcentaje superior teniendo en cuenta que no todo el alumnado de este nivel realizó el cuestionario, en concreto la muestra en 3º de ESO fue de 56,82 % (Tabla 6) del alumnado de ese nivel en el centro educativo.

En las Figuras 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29 y 30 se muestran para cada categoría los porcentajes de alumnado asociados a las diferentes puntuaciones obtenidas.

Figura 23

Porcentaje de alumnado por cada puntuación en factores ambientales

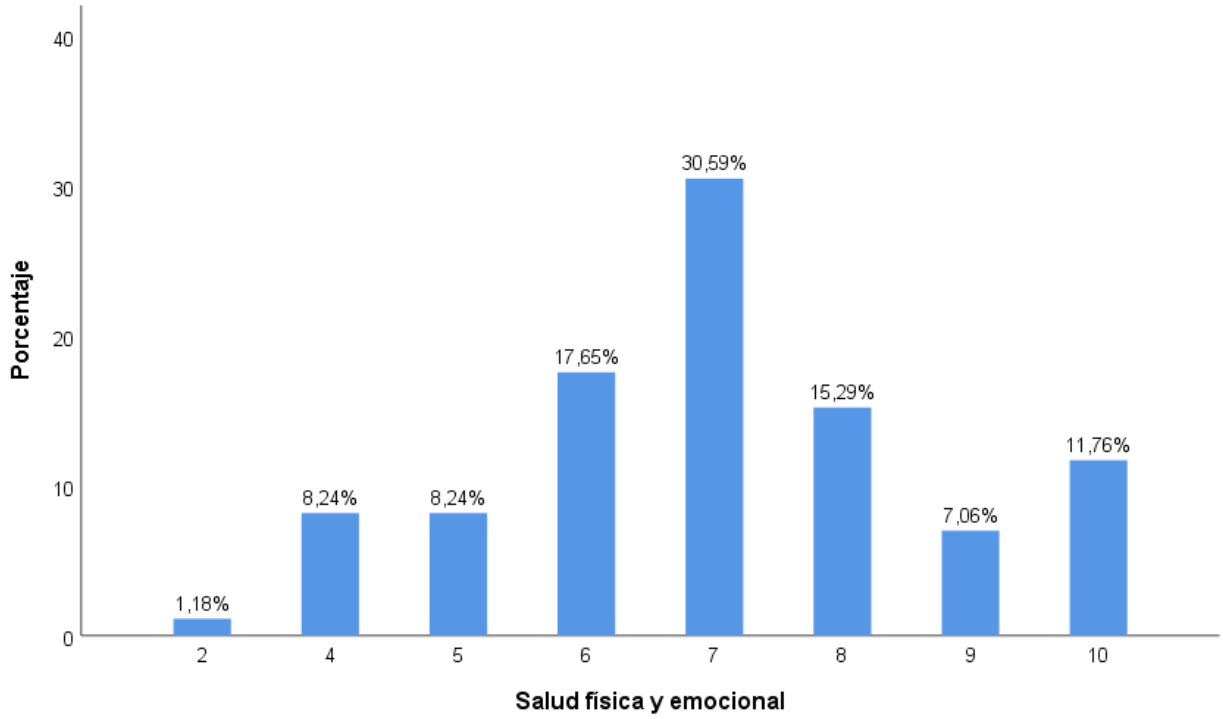


La dimensión de Factores ambientales de la variable Hábitos de estudio aborda las condiciones físicas y ambientales necesarias para conseguir un ambiente funcional, confortable y propicio para el estudio. En este sentido, las preguntas que se plantean incluyen la disposición de un lugar permanente y amplio, libre de ruidos molestos, con buena oxigenación, temperatura y humedad; además, de una iluminación equilibrada, una mesa espaciosa y una silla cómoda

con respaldo. También se mencionan las superficies mates u opacas y el uso de luz natural siempre que sea posible. Los resultados muestran que el 92,94 % del alumnado encuestado obtiene puntuaciones altas (7 y 8) o muy altas (9 y 10) en relación con los factores ambientales mencionados que contribuyen a la obtención de un espacio de estudio óptimo para facilitar el aprendizaje. Además, el 1,18 % obtiene puntuaciones bajas y el 5,88 % puntuaciones medias.

Figura 24

Porcentaje de alumnado por cada puntuación en salud física y emocional

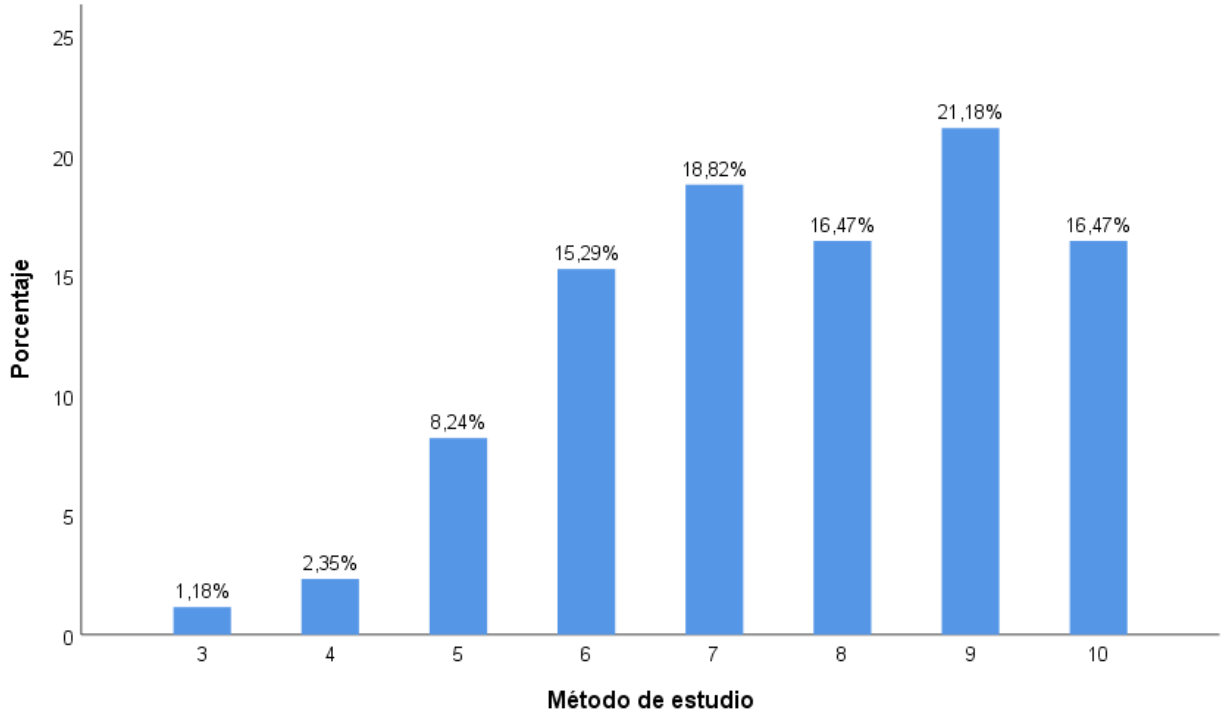


Sobre la Salud física y emocional, se aborda la importancia de mantener hábitos saludables y gestionar las emociones para favorecer el rendimiento académico. Las preguntas del cuestionario incluyen aspectos como realizar ejercicio regularmente, descansar lo suficiente, mantener una alimentación equilibrada y reducir el consumo de alcohol y tabaco que además según la legislación española está prohibido para menores de 18 años. También se enfoca en la gestión del estrés, la frustración y los problemas afectivos, así como en la capacidad de cambiar de actividad para evitar el cansancio y mantener la motivación hacia los

estudios. En relación con la salud física y emocional, el 64,7 % de los encuestados obtiene puntuaciones altas o muy altas, el 25,89 % obtiene puntuaciones medias y el 9,42 % bajas o muy bajas.

Figura 25

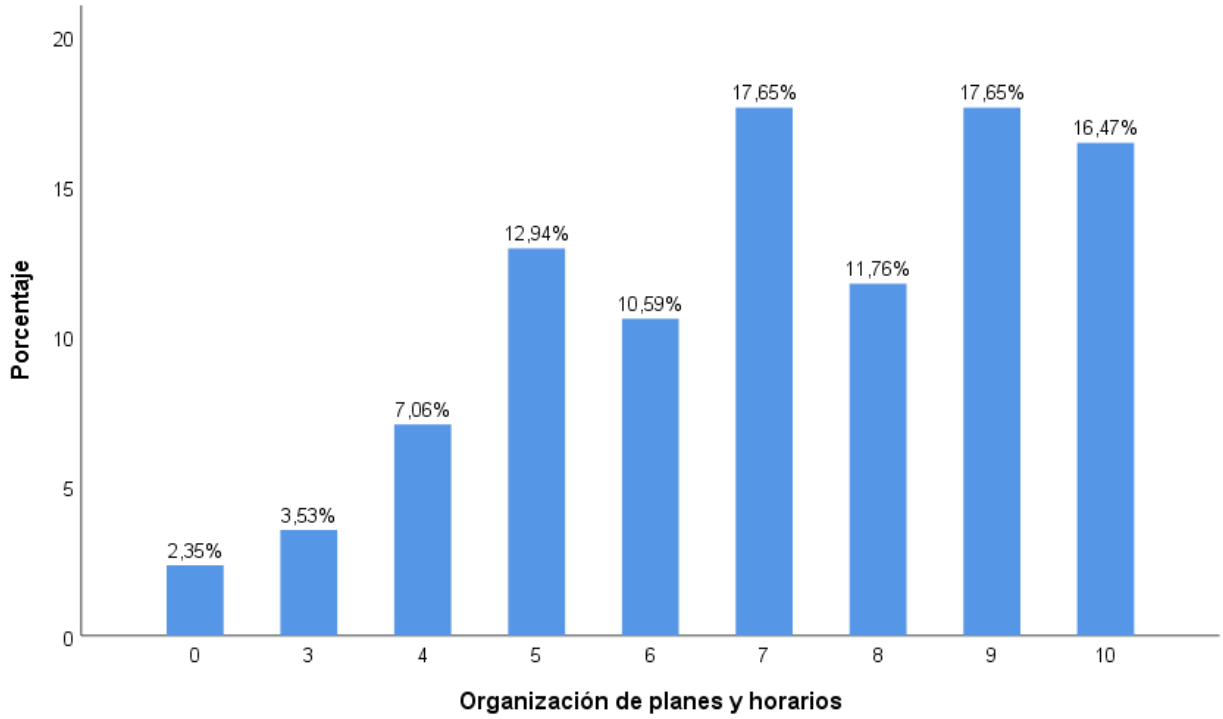
Porcentaje de alumnado por cada puntuación en método de estudio



El apartado del cuestionario de Aspectos sobre el método de estudio se centra en los hábitos y estrategias que favorecen la concentración, comprensión y organización del aprendizaje. Incluye acciones como realizar una exploración general antes de estudiar, hacer lecturas rápidas iniciales y distinguir los puntos principales de cada tema o crear esquemas, resúmenes y destacar contenido clave para facilitar los repasos. Además, considera llevar los apuntes al día, contar con materiales complementarios y buscar espacios adecuados con buena visibilidad y acústica. Los resultados en este apartado sitúan con puntuaciones altas o muy altas al 72,94 % del alumnado encuestado, con puntuaciones medias al 23,53 % y bajas al 3,53 %.

Figura 26

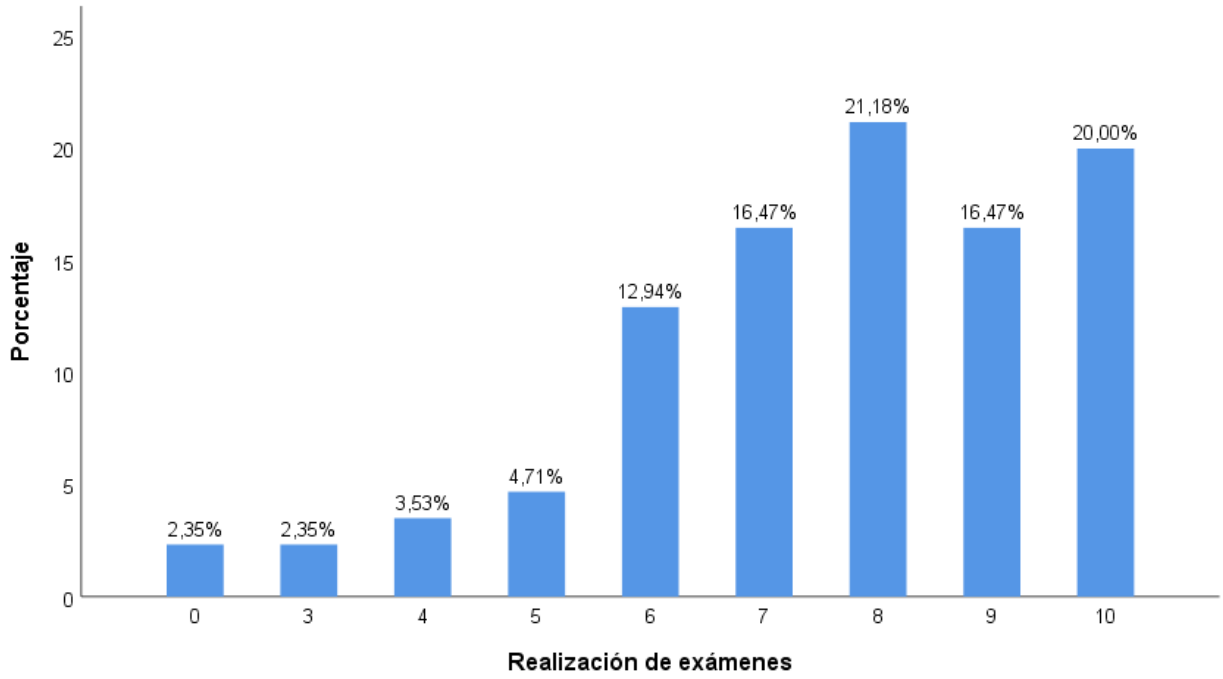
Porcentaje de alumnado por cada puntuación en organización de planes y horarios



La Organización de planes y horarios trata sobre la planificación y distribución efectiva del tiempo de estudio para optimizar el rendimiento académico. Se destaca la importancia de establecer un horario regular, priorizar tareas y distribuir las actividades a lo largo de la semana. Abordando también la capacidad de concentrarse rápidamente, aprovechar los momentos de mayor rendimiento y realizar pausas frecuentes durante sesiones prolongadas. Además, se resalta la necesidad de estudiar con intención de aprovechar el tiempo y de mantener la disciplina de estudio incluso cuando la concentración no es buena, para fomentar hábitos de estudio consistentes. En este apartado, las puntuaciones del 63,53 % de los encuestados son altas o muy altas, el 23,53 % obtiene puntuaciones medias y el 12,94 % bajas o muy bajas.

Figura 27

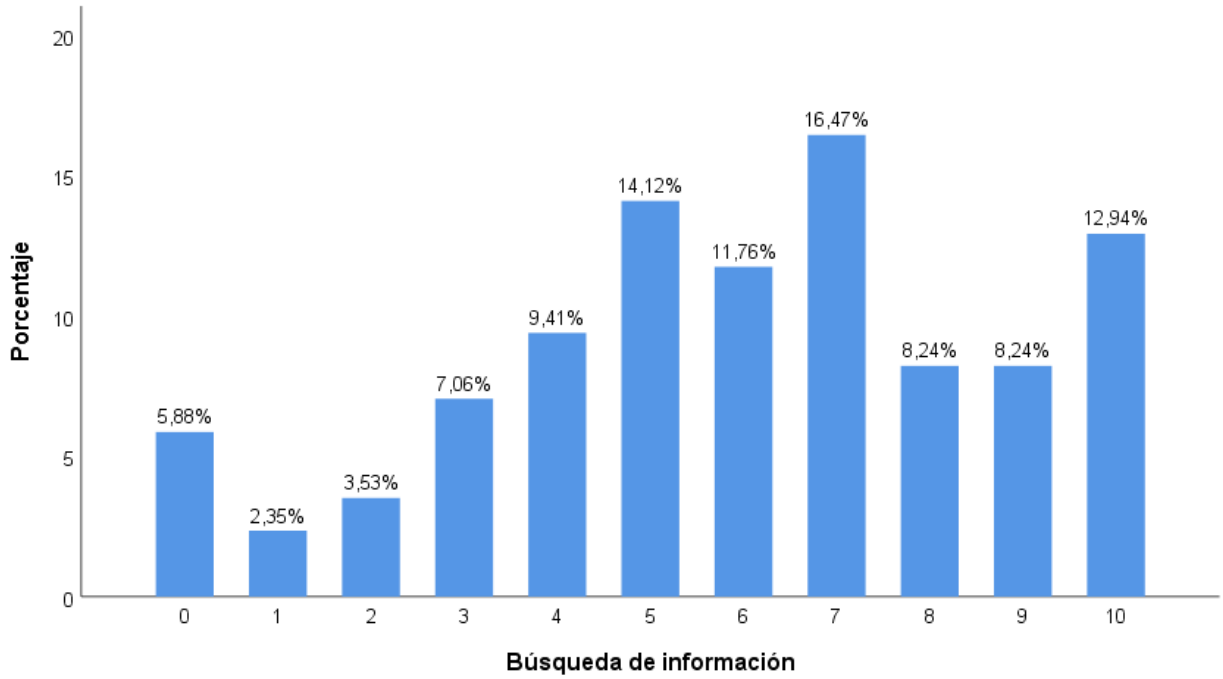
Porcentaje de alumnado por cada puntuación en realización de exámenes



La Realización de exámenes aborda estrategias clave para afrontar pruebas de manera efectiva. En las preguntas se alude a evitar sacrificar el sueño antes de un examen, leer con atención las instrucciones, planificar el tiempo disponible y comenzar por las preguntas más sencillas. También se resalta la importancia de identificar claramente lo que se solicita, realizar esquemas previos, escribir con claridad y cuidar la ortografía, sugiriendo, además, estructurar el contenido con márgenes, títulos y apartados, y releer el ejercicio antes de entregarlo para garantizar precisión y coherencia en las respuestas. Sobre el conjunto de todos estos aspectos, el 74,12 % de los encuestados obtiene puntuaciones altas o muy altas, el 17,65 % alcanza puntuaciones medias y el 8,23 % bajas o muy bajas.

Figura 28

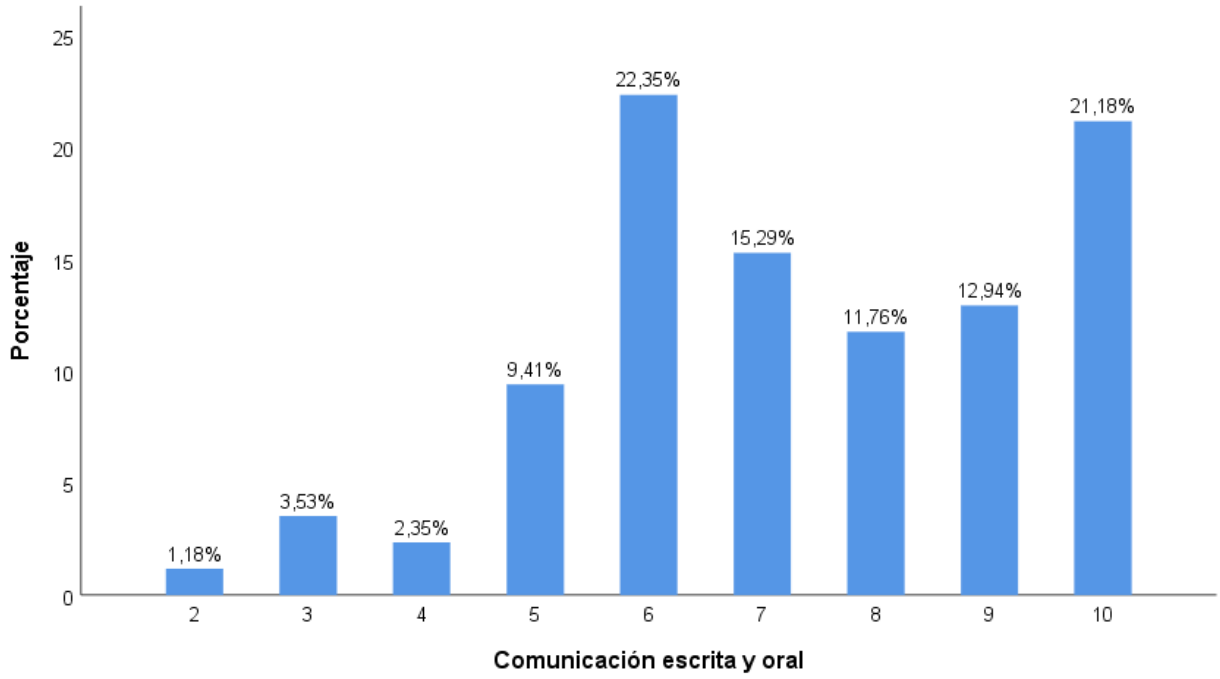
Porcentaje de alumnado por cada puntuación en búsqueda de información



En relación con la Búsqueda de información, las preguntas del cuestionario se centran en las habilidades para localizar, gestionar y utilizar fuentes de información eficientemente. Incluye rellenar fichas bibliográficas, manejar archivos, extraer contenido relevante, conocer la clasificación decimal universal, usar bibliotecas, localizar fuentes de estudio y acceder a revistas, librerías y editoriales. También resalta la importancia de familiarizarse con sistemas bibliográficos informatizados. Este apartado en comparación con los demás apartados del cuestionario contiene el porcentaje más alto de alumnado que obtiene puntuaciones bajas o muy bajas, un 28,23 % siendo incluso superior al 25,88 % del alumnado que obtiene las puntuaciones medias en Búsqueda de información. Las puntuaciones altas o muy altas en este apartado son obtenidas por el 45,89 % del alumnado.

Figura 29

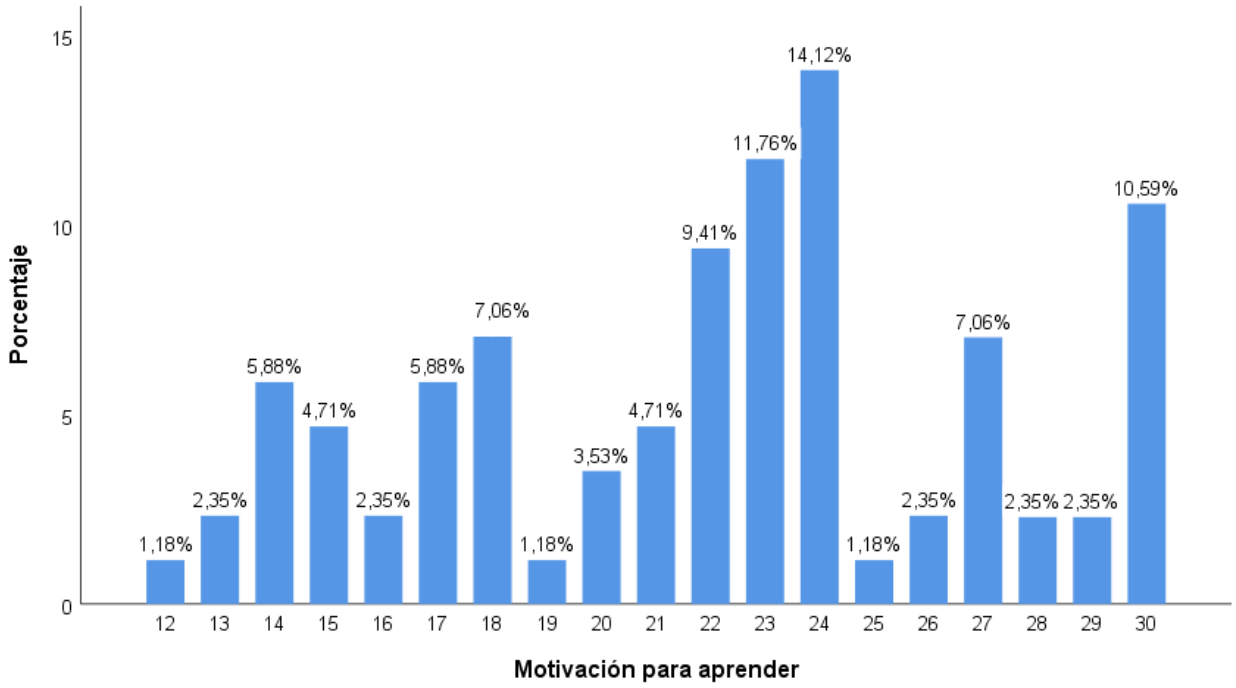
Porcentaje de alumnado por cada puntuación en comunicación escrita y oral



Las preguntas sobre Comunicación académica escrita y oral abordan las competencias necesarias para transmitir ideas de forma efectiva en el ámbito académico. Esto incluye el conocimiento de los diferentes tipos de redacción científica y la estructura de un trabajo académico, la capacidad de expresar y argumentar ideas, así como criticar y discutir trabajos ajenos. También se abordan habilidades como el trabajo en equipo, el manejo básico de mecanografía, el uso de al menos dos idiomas adicionales, la habilidad para establecer contactos relevantes y la expresión clara y precisa para comunicar información. En este caso, los resultados muestran que el 61, 17 % del alumnado obtiene altas o muy altas puntuaciones, el 31,76 % obtiene puntuaciones medias y el 7,06 % bajas o muy bajas.

Figura 30

Porcentaje de alumnado por cada puntuación en motivación para aprender



En el apartado acerca de la motivación para aprender se integran preguntas centradas en la importancia de asumir el aprendizaje como un proceso personal y significativo. Explora la confianza en la capacidad de aprender, la relación entre los estudios y los intereses personales, y la disposición a comprender, incluso cuando surgen dificultades. También aborda la participación activa con compañeros y profesores, la reflexión sobre los métodos de aprendizaje, y maximización del tiempo de estudio. Además de trabajar individualmente y en equipo, mantener una actitud creativa y crítica, aprovechar recursos disponibles, y establecer relaciones con profesionales y estudiantes de intereses afines. Para enriquecer el proceso de aprendizaje trata la exploración de temas culturales, visitas a exposiciones, lectura de publicaciones, y el interés por planes de estudio nacionales e internacionales. Los resultados sobre motivación para aprender sitúan al 1,18 % del alumnado con puntuaciones bajas, al 28,23 % con puntuaciones medias y al 70,59 % con puntuaciones altas o muy altas.

Conclusiones. El cuestionario HEMA sobre Hábitos de Estudio y Motivación para el Aprendizaje ha permitido detectar el aspecto con menor puntuación referido a la búsqueda de

información. Además, el nivel académico de 3º de ESO es el que concentra mayor número de alumnado que informa de sus conocimientos y habilidades menos satisfactorios en relación con este aspecto. Con estos resultados se identifica un área y un nivel de mejora para el planteamiento de acciones posteriores. Las conclusiones que se pueden extraer a partir de los resultados son las siguientes:

- Existen deficiencias en el manejo de herramientas de búsqueda: El alumnado probablemente carece de habilidades para utilizar bases de datos o sistemas bibliográficos, lo que indica una necesidad de formación en el uso de recursos físicos y digitales.
- Falta de organización y estrategias de recopilación de información: Los resultados sugieren que el alumnado no tiene experiencia o hábito de clasificar contenidos o trabajar con sistemas organizados para registrar y recuperar información útil.
- Escaso conocimiento de fuentes relevantes: Es posible que el alumnado desconozca las principales fuentes de investigación y recursos especializados en sus áreas de interés, limitando su capacidad para profundizar en los temas de estudio.
- Débil integración de la búsqueda de información en el aprendizaje: La falta de interés para buscar información de manera autónoma podría estar relacionada con un enfoque pasivo hacia el aprendizaje, donde el alumnado espera que el contenido sea proporcionado por el profesorado.
- Brecha tecnológica y metodológica: La escasa exposición al uso de herramientas informatizadas para la búsqueda de información puede estar generando una brecha, especialmente en una era donde las habilidades digitales son fundamentales para el aprendizaje autónomo.

Se proponen algunas recomendaciones para abordar las necesidades detectadas con el cuestionario HEMA:

- Integración de actividades prácticas: Incorporar actividades que fomenten el uso de herramientas de búsqueda como parte de las asignaturas.
- Uso de tecnología educativa: Incluir plataformas y aplicaciones que enseñen al alumnado a buscar y organizar información.
- Acompañamiento docente: El profesorado puede actuar como facilitador en la búsqueda de información, guiando al alumnado hacia recursos útiles y motivándolos a ser más autónomos.

IV.1.3. Estilos de aprendizaje

El aprendizaje es un proceso dinámico y multifacético que varía de una persona a otra. Cada individuo desarrolla formas particulares de captar, procesar y utilizar la información, lo que se conoce como estilo de aprendizaje. Los estilos de aprendizaje han sido ampliamente estudiados y definidos, según Keefe (1988, citado en Alonso et al., 1994), "Los Estilos de Aprendizaje son los rasgos cognitivos, afectivos y fisiológicos, que sirven como indicadores relativamente estables, de cómo los discentes perciben, interaccionan y responden a sus ambientes de aprendizaje" (p.48).

La relativa estabilidad de los estilos de aprendizaje implica que cada individuo posee una configuración única de preferencias y formas de aprender. Sin embargo, esta configuración no es fija, sino que puede evolucionar con el tiempo. Además, el docente desempeña un papel crucial en este proceso, ya que tiene la capacidad de influir en las preferencias de aprendizaje de sus estudiantes, ayudándolos a desarrollar diferentes estilos según las demandas de cada situación (Alonso et al., 1994). Puede utilizar para ello diversos recursos y estilos de enseñanza que exijan diversas formas de captar y procesar la información. (Gallego y Alonso, 2012) señalan que el estilo de aprendizaje del docente influye en su forma de enseñar y que adaptar la enseñanza al estilo de aprendizaje de los estudiantes mejora su receptividad y rendimiento

académico, aunque también hay posturas críticas a este respecto (Kirschner, 2017; Centre for Educational Neuroscience, s.f; Rohrer y Pashler, 2012).

Para diagnosticar los estilos de aprendizaje del alumnado existen muchos instrumentos con validez y fiabilidad probada, ideados para distintos colectivos, aunque también es posible que algunos profesionales diagnostiquen estilos de aprendizaje sin cuestionarios, basándose en la observación, la escucha, en preguntas concretas o en su experiencia (Smith, 1988, citado en Gallego y Alonso, 2012). En este caso se elige el cuestionario Honey- Alonso de Estilos de Aprendizaje (CHAEA) por su sencillez y disponibilidad en la web: http://www.estilosdeaprendizaje.es/menuprinc2.htm. Aunque el cuestionario fue aplicado por los autores para estudiantes universitarios, existe una versión adaptada CHAEA-Junior, para alumnado de primaria de 4º a 6º curso y de los dos primeros cursos de secundaria que reducía el número de ítems de 80 a 44 (Sotillo Delgado, 2014). El conocimiento de los Estilos de Aprendizaje puede proporcionar al docente información útil para planificar la enseñanza potenciando los estilos de aprendizaje de menor preferencia para el desarrollo óptimo de todos ellos.

Características del cuestionario CHAEA. Para explorar los estilos de aprendizaje del alumnado del IES Los Valles se usó el Cuestionario de Honey-Alonso de Estilos de Aprendizaje (CHAEA) por su completitud y uso para los cuatro niveles de ESO y primero de Bachillerato. Este cuestionario resulta de la adaptación del cuestionario LSQ (Learning Styles Questionaire) de Peter Honey y Alan Mumford por parte de Catalina Alonso en 1992 y consta de 80 afirmaciones con respuesta cerrada dicotómica, permitiendo elegir entre estar más de acuerdo o menos de acuerdo.

Los cuatro estilos de aprendizaje del cuestionario CHAEA: activo, reflexivo, teórico y pragmático se relacionan con las etapas cíclicas del modelo de aprendizaje experiencial de David Kolb que explican cómo se adquiere y procesa el conocimiento a través de la experiencia

(Kolb, 1984). Estas etapas son la experiencia concreta en la que el aprendizaje comienza con una experiencia directa o vivencial, la observación reflexiva en la que se analizan las experiencias y se reflexiona sobre ellas, identificando patrones y profundizando en su comprensión, la conceptualización abstracta en la que se extraen conclusiones teóricas y se desarrollan conceptos a partir de la reflexión y la experimentación activa en la que se aplican las nuevas ideas en situaciones reales, generando nuevas experiencias y reiniciando el ciclo.

En la operacionalización de la variable Estilos de aprendizaje (Tabla 9) se asocian veinte indicadores representados por las afirmaciones del cuestionario (Anexo C) a cada una de las cuatro dimensiones de la variable: Activo, reflexivo, teórico y pragmático.

Tabla 9

Operacionalización de las variables del cuestionario CHAEA

Variable	**Definición**	**Dimensiones**	**Indicadores (Anexo C)**
Estilos de aprendizaje	Formas preferidas por el alumnado para aprender, percibir, procesar y organizar información	Activo	3, 5,7, 9,13, 20, 26, 27, 35, 37, 41, 43, 46, 48, 51, 61, 67, 74, 75, 77
		Reflexivo	10, 16, 18, 19, 28, 31, 32, 34, 36, 39, 42, 44, 49, 55, 58, 63, 65, 69, 70, 79
		Teórico	2, 4, 6, 11, 15, 17, 21, 23, 25, 29, 33, 45, 50, 54, 60, 64, 66, 71, 78, 80
		Pragmático	1, 8, 12, 14, 22, 24, 30, 38, 40, 47, 52, 53, 56, 57, 59, 62, 68, 72, 73, 76

Nota. Asociación de indicadores a cada dimensión por Alonso et al. (1994)

Para Alonso et al. (1994), el estilo de aprendizaje activo se refiere a la preferencia del alumnado por la experimentación, la acción inmediata y la búsqueda de nuevas experiencias. El estilo reflexivo refleja análisis profundo, observación antes de actuar, y reflexión antes de tomar decisiones. El teórico tiene preferencia por el orden, la lógica y la estructuración de ideas bajo principios teóricos y el pragmático se enfoca hacia la aplicación práctica, soluciones

realistas y resultados tangibles. Para estos autores, el desarrollo del estilo activo puede verse bloqueado por miedos, ansiedad y falta de confianza. Para mejorarlo, se recomienda experimentar, interactuar con desconocidos, variar actividades y asumir roles activos. Sobre el estilo reflexivo, puede bloquearse por falta de tiempo para planificar, impaciencia o resistencia a la observación y escritura y para desarrollarlo, se sugiere practicar la observación, llevar un diario, revisar eventos, investigar, mejorar la escritura, reflexionar sobre controversias y promover la planificación en otros. El estilo teórico se bloquea por impulsividad, subjetividad y desagrado hacia la estructura. Para fortalecerlo, se recomienda leer y resumir textos complejos, detectar incoherencias en argumentos, analizar situaciones, organizar información y actividades, crear soluciones estructuradas y formular preguntas profundas para explorar causas y fundamentos. Finalmente, tratan el estilo pragmático que puede bloquearse por buscar soluciones ideales, desestimar técnicas prácticas, evitar compromisos, desconfiar de ideas externas y distraerse con temas secundarios. Para superarlo, se recomienda adoptar técnicas prácticas, planificar acciones específicas, experimentar estrategias, aprender de otros, recibir retroalimentación y realizar proyectos que permitan aplicar habilidades de forma práctica.

Muestra. El alumnado que formó parte de la muestra utilizada para indagar en sus estilos de aprendizaje es el mismo que en el cuestionario HEMA.

Procedimientos. El cuestionario CHAEA se aplicó en el IES Los Valles para hacer un diagnóstico inicial identificando los estilos de aprendizaje predominantes del alumnado. Su detección a través del cuestionario permitió planificar acciones para potenciar todos los estilos de aprendizaje de modo que cada estudiante pudiese desarrollar sus estilos no dominantes y aprender de múltiples formas.

Selección de participantes. Para la selección de participantes que cumplimentasen el cuestionario CHAEA se atendió a los mismos criterios de conveniencia que en los cuestionarios HEMA y DIMA. Ese tipo de muestreo no probabilístico es útil en estudios exploratorios y

adecuado en fases iniciales de investigación como en este caso donde se busca una comprensión preliminar de la situación de partida para idear e implementar mejoras en los procesos educativos.

Procedimiento de aplicación. El alumnado fue informado por la investigadora previamente a la cumplimentación del cuestionario sobre la utilidad de este para identificar estilos de aprendizaje predominantes y la posibilidad de desarrollar otros estilos para mejorar su aprendizaje en diversas situaciones. Se aplicó en formato digital aprovechando su publicación en la web (http://www.estilosdeaprendizaje.es/menuprinc2.htm) a finales del año académico 2016-2017, utilizando las dos aulas de informática del IES Los Valles según la disponibilidad horaria de las aulas y del alumnado y se contó con la colaboración de los tutores de cada grupo.

Recolección y análisis de datos. Al finalizar el cuestionario, el alumnado podía visualizar los resultados obtenidos en cada estilo de aprendizaje con puntuaciones de 0 a 20, identificando su estilo o estilos predominantes. La recogida de datos se hizo a través de capturas de pantalla que se almacenaban en el escritorio de cada ordenador al que accedía posteriormente la investigadora. Se utilizó este procedimiento al no disponer parte del alumnado de cuenta de correo electrónico. Para el análisis de resultados se utilizaron los programas SPSS y EXCEL.

Análisis de resultados. En la Tabla 10 se muestran los estadísticos descriptivos más comunes para toda la muestra en cada estilo de aprendizaje, también clasificados por género (Tabla 11) y por nivel académico (Tabla 12)

Tabla 10

Estadísticos descriptivos para la muestra

Estilos de aprendizaje	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típica
Activo	85	2	19	12,20	3,628
Reflexivo	85	4	19	13,00	3,374
Teórico	85	6	20	13,07	3,262
Pragmático	85	7	20	13,05	3,166

Nota. Desv. Típica se refiere a la desviación típica o estándar, medida estadística que indica la dispersión del conjunto de datos respecto a su media.

La media más baja corresponde al estilo Activo (12.20) lo que sugiere que el alumnado que ha participado en el cuestionario, 85 en total, tiene menos tendencia a preferir actividades prácticas y dinámicas en comparación con los otros estilos que presentan medias similares. Además, el estilo Activo tiene el rango más amplio (de 2 a 19) y la desviación típica (3,628) mayor a la de los estilos de aprendizaje reflexivo, teórico y pragmático, lo que indica una mayor variabilidad en las puntuaciones.

Tabla 11

Estadísticos descriptivos por género

	Estilos de aprendizaje	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típica
Género masculino	Activo	46	2	19	12,11	3,934
	Reflexivo	46	4	19	12,50	3,237
	Teórico	46	6	20	12,96	3,393
	Pragmático	46	8	20	13,22	3,293
Género femenino	Activo	39	5	19	12,31	3,278
	Reflexivo	39	5	19	13,59	3,477
	Teórico	39	6	19	13,21	3,139
	Pragmático	39	7	20	12,85	3,040

Las medias de las puntuaciones en el estilo de aprendizaje activo son similares entre alumnos y alumnas, 12,11 y 12,31 respectivamente. En el estilo reflexivo, las alumnas obtienen una media más alta que los alumnos, 13,59 frente a 12,50, lo que indica que tienden a preferir un enfoque más reflexivo en sus aprendizajes, lo mismo sucede en el estilo teórico donde las alumnas tienen mayor media (13,21) que los alumnos (12,96) aunque en este caso las diferencias entre ambos géneros son menores. Sin embargo, en el estilo pragmático son los alumnos los que obtienen una media más alta que la de las alumnas: 13,22 frente a 12,85, lo que sugiere que estos tienen una ligera inclinación hacia un enfoque más práctico y aplicado.

En cuanto a la variabilidad de las puntuaciones, se destaca el rango máximo o máxima diferencia entre la puntuación más alta y la más baja que se observa en el estilo de aprendizaje activo para el género masculino variando entre 2 y 19 y también en ese caso la desviación típica es mayor (3,934) que el resto, lo que indica mayor dispersión en las puntuaciones masculinas para ese estilo de aprendizaje.

Tabla 12

Estadísticos descriptivos por niveles académicos

	Estilos de aprendizaje	**N**	**Mínimo**	**Máximo**	**Media**	**Desv. típica**
1º ESO	Activo	8	8	19	14,50	3,464
	Reflexivo	8	8	17	14,63	3,159
	Teórico	8	9	18	14,88	2,850
	Pragmático	8	11	19	14,63	2,774
2 PMAR	Activo	5	2	16	9,40	5,550
	Reflexivo	5	6	15	11,20	3,421
	Teórico	5	7	16	11,60	3,209
	Pragmático	5	8	17	11,20	3,564
2º ESO	Activo	18	5	17	11,78	3,541
	Reflexivo	18	9	18	12,33	2,744
	Teórico	18	7	18	11,78	2,777

	Estilos de aprendizaje	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típica
	Pragmático	18	7	16	11,83	2,771
3º ESO	Activo	25	6	19	12,60	2,858
	Reflexivo	25	5	18	12,56	4,063
	Teórico	25	6	19	12,84	3,400
	Pragmático	25	8	19	13,48	3,111
4º ESO	Activo	24	5	19	11,67	3,738
	Reflexivo	24	4	19	13,38	3,062
	Teórico	24	6	20	13,54	3,501
	Pragmático	24	8	20	12,75	3,082
1º BT	Activo	5	9	19	13,40	4,037
	Reflexivo	5	12	19	15,00	2,550
	Teórico	5	13	17	15,20	1,483
	Pragmático	5	13	20	16,00	3,240

El alumnado de 1º de ESO muestra homogeneidad en sus preferencias de aprendizaje, con medias cercanas entre los cuatro estilos: Activo (14,50), Reflexivo (14,63), Teórico (14,88) y Pragmático (14,63).

En 2º PMAR, se observan medias más bajas en todos los estilos en comparación con los otros niveles, especialmente en el estilo Activo (9,40), que tiene la menor media. Esto sugiere una menor inclinación hacia actividades dinámicas en este grupo, lo que concuerda con un perfil de estudiante más pasivo, en parte por las posibles dificultades de aprendizaje que se presupone que tienen al estar en un programa de mejora del aprendizaje y del rendimiento. Los estilos Reflexivo (11,20), Teórico (11,60) y Pragmático (11,20) presentan medias similares.

El alumnado de 2º de ESO muestra un perfil equilibrado, con medias cercanas en todos los estilos: Activo (11,78), Reflexivo (12,33), Teórico (11,78) y Pragmático (11,83).

En 3º de ESO, se observa que el estilo Pragmático (media de 13,48) presenta la media más alta con respecto al resto de estilos en este nivel que tienen medias similares, el estilo Teórico 12,84; el Activo 12,60 y el Reflexivo 12,56.

En 4º de ESO, el estilo Reflexivo (media de 13,38) y el Teórico (13,54) son los más destacados, seguidos del estilo Pragmático (12,75) y Activo (11,67).

El alumnado de 1º de Bachillerato destaca en el estilo Pragmático (media de 16,00) que es la más alta en comparación con el resto de los estilos y niveles, seguido del Teórico (15,20), Reflexivo (15,00) y Activo (13,40). Esto refleja un perfil más estructurado y orientado a la aplicación práctica y teórica en este nivel.

En relación con las medidas de rango y desviación típica en cada estilo de aprendizaje para cada nivel académico, se destaca, por una parte, que en 4º de ESO se concentran las mayores variaciones entre puntuaciones altas y bajas, siendo el estilo reflexivo el de rango más alto (15), seguidos de los estilos activo (14) y teórico (14) en este mismo nivel y del estilo activo (rango 14) en 2º de PMAR. Por otra parte, también en 2º PMAR, la desviación típica de las puntuaciones tiene el valor más alto 5,55 en el estilo activo respecto del resto de niveles y estilos, lo que indica que hay mayor dispersión o variabilidad de las puntuaciones individuales respecto a la media. Al contrario de lo que sucede con el estilo teórico en 1º de Bachillerato que presenta la desviación típica más baja (1,483), lo que sugiere mayor homogeneidad en esta preferencia.

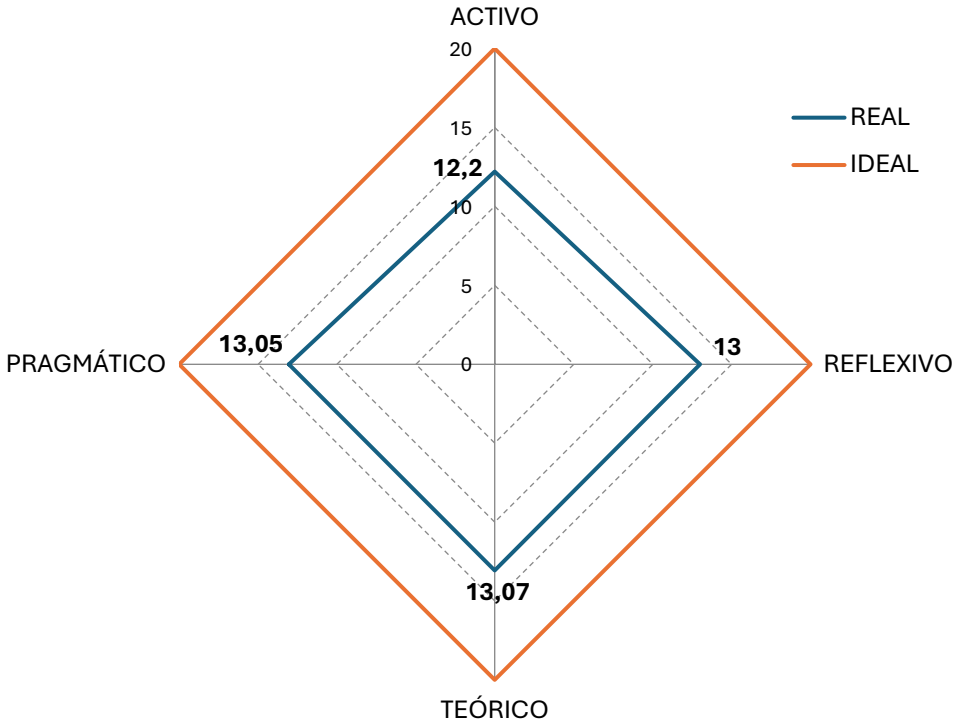
Perfil de aprendizaje de toda la muestra. El perfil de aprendizaje de la muestra describe gráficamente las preferencias de estilos de aprendizaje del conjunto de alumnado que cumplimentó el cuestionario CHAEA.

Las puntuaciones medias de los cuatro estilos de aprendizaje se organizan en un eje de coordenadas, formando un cuadrilátero (Figura 31). La media de 12,20 del estilo activo se sitúa en el eje de ordenadas positivo (eje vertical superior), la media 13 del estilo reflexivo en el eje

de abscisas positivo (eje horizontal derecho), la media 13,07 del estilo teórico en el eje de ordenadas negativo (eje vertical inferior) y la media 13,05 del estilo pragmático se coloca sobre el eje de abscisas negativo (eje horizontal izquierdo).

Figura 31

Perfil de aprendizaje de toda la muestra

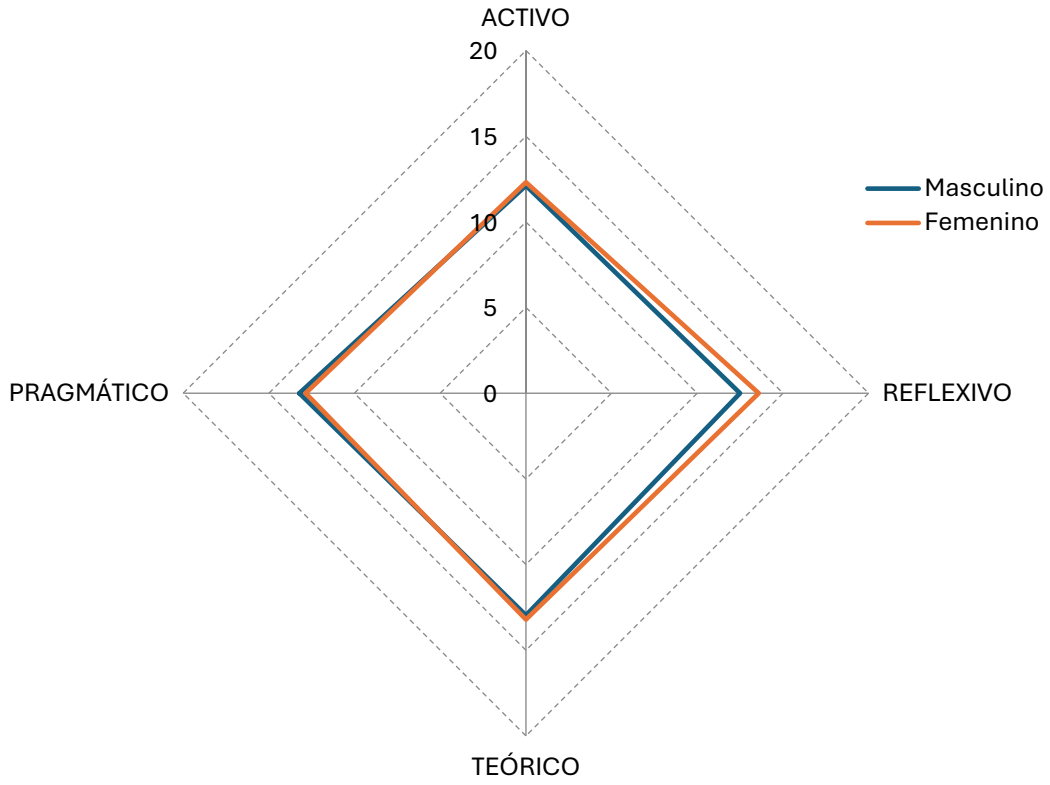


El perfil de aprendizaje mostrado a través del gráfico de radar (Figura 31) permite visualizar las medias de los cuatro estilos de aprendizaje y compararlas entre sí y con las puntuaciones máximas en cada estilo que formarían la figura ideal de un cuadrado. En este caso los resultados muestran que el alumnado tiene una distribución equilibrada en su preferencia por los cuatro estilos de aprendizaje y no se puede afirmar que exista en la muestra un estilo predominante claro. La limitación del tipo de muestra no probabilística condiciona que los resultados no puedan generalizarse a la población y las conclusiones extraídas se refieran al conjunto de alumnado que constituye la muestra.

En la Figura 32 se visualiza el Perfil de aprendizaje por género, con figuras muy próximas en ambos géneros para los estilos de aprendizaje activo, teórico y pragmático y con mayor separación en el estilo reflexivo que presenta una puntuación media más alta para las alumnas en relación con los alumnos de la muestra.

Figura 32

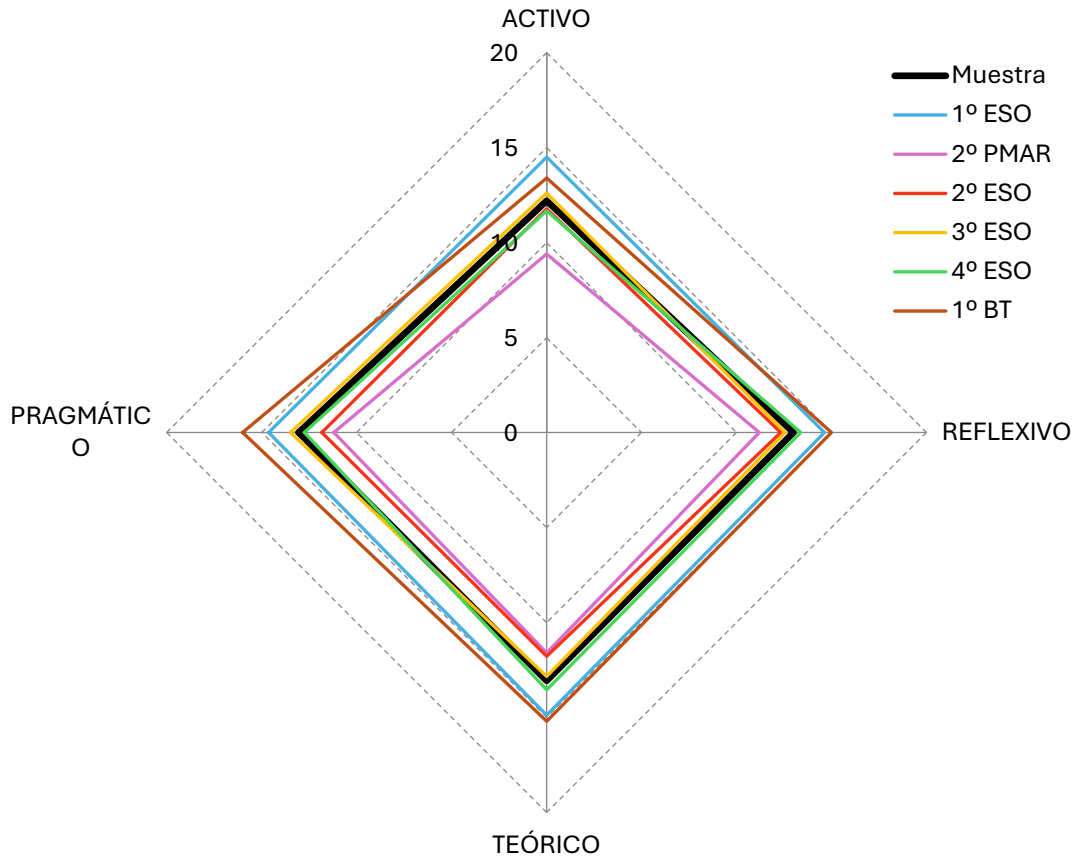
Perfil de aprendizaje por género



En la Figura 33 se observa el perfil de aprendizaje para cada nivel académico de la muestra y permite apreciar los niveles académicos con medias superiores a la de la muestra en cada estilo de aprendizaje y los que presentan medias inferiores a la de la muestra. Entre los primeros están 1º de ESO y 1º de Bachillerato en todos los estilos de aprendizaje, 3º de ESO en los estilos activo y pragmático y 4º de ESO en los estilos reflexivo y teórico; y entre los segundos se encuentran 2º de PMAR y 2º de ESO en todos los estilos de aprendizaje, 3º de ESO en los estilos reflexivo y teórico y 4º de ESO en los estilos activo y pragmático.

Figura 33

Perfil de aprendizaje por nivel académico



Baremo de interpretación. Se establece un baremo para facilitar la interpretación de cada una de las puntuaciones en los cuatro estilos de aprendizaje. Esto permite conocer el alumnado que está en la media en un determinado estilo de aprendizaje y el que está por debajo y por encima de la media.

Según las indicaciones de Honey y Mumford (1986), se agruparon en cinco niveles los resultados obtenidos por todo el alumnado de la muestra en el cuestionario CHAEA, de forma que se considera la preferencia en los diferentes estilos de aprendizaje muy alta, alta, moderada, baja y muy baja según que el porcentaje del alumnado que puntuó más alto fuese del 10 %, el que puntuó alto del 20 %, el que puntuó en un nivel medio del 40%, en un nivel bajo del 20 % y en un nivel más bajo del 10 % (Tabla 13).

Tabla 13

Baremo general según preferencias en estilos de aprendizaje

	10% Preferencia Muy baja	20% Preferencia Baja	40% Preferencia Moderada	20% Preferencia Alta	10% Preferencia Muy alta
Activo	0-7	8-10	11-15	16-17	18-20
Reflexivo	0-9	10-11	12-15	16-17	18-20
Teórico	0-8	9-12	13-15	16-17	18-20
Pragmático	0-9	10-12	13-15	16-17	18-20

Nota. El tamaño de la muestra N=85.

Las medias en cada estilo de aprendizaje se sitúan en la preferencia moderada.

El guion - separa las puntuaciones inferior y superior en cada nivel de preferencia

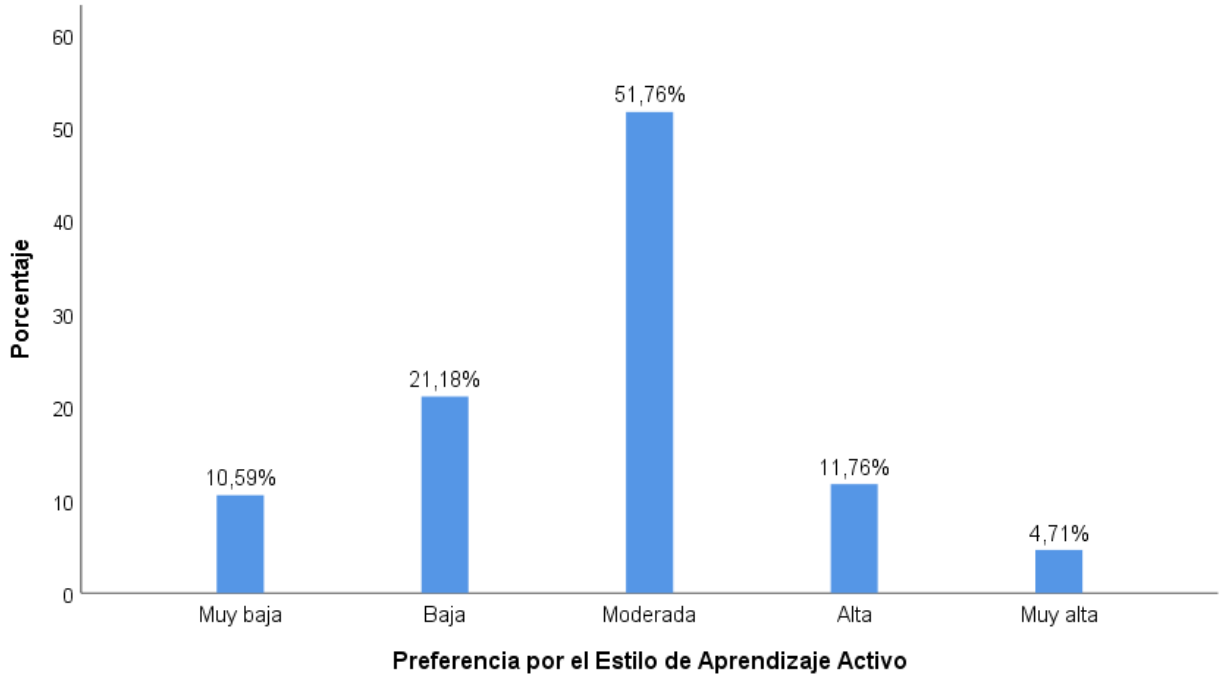
En cada estilo la puntuación máxima es de 20 puntos

Teniendo en cuenta el anterior baremo, la interpretación de algunas puntuaciones podría ser diferente dependiendo del estilo de aprendizaje. Así por ejemplo una puntuación 12 en todos los estilos significaría una preferencia moderada por los estilos activo y reflexivo y baja por los estilos teórico y pragmático. Este baremo orientó al alumnado participante proporcionándoles una forma de interpretar sus resultados para tomar conciencia de sus niveles de preferencias en cada estilo de aprendizaje, conociendo su estilo dominante y los que podría potenciar para lograr un aprendizaje optimo basado en el dominio de todos los estilos de aprendizaje.

Las Figuras 34, 35, 36 y 37 muestran el porcentaje de alumnado con preferencia muy baja, baja, moderada, alta o muy alta para cada tipo de estilo de aprendizaje.

Figura 34

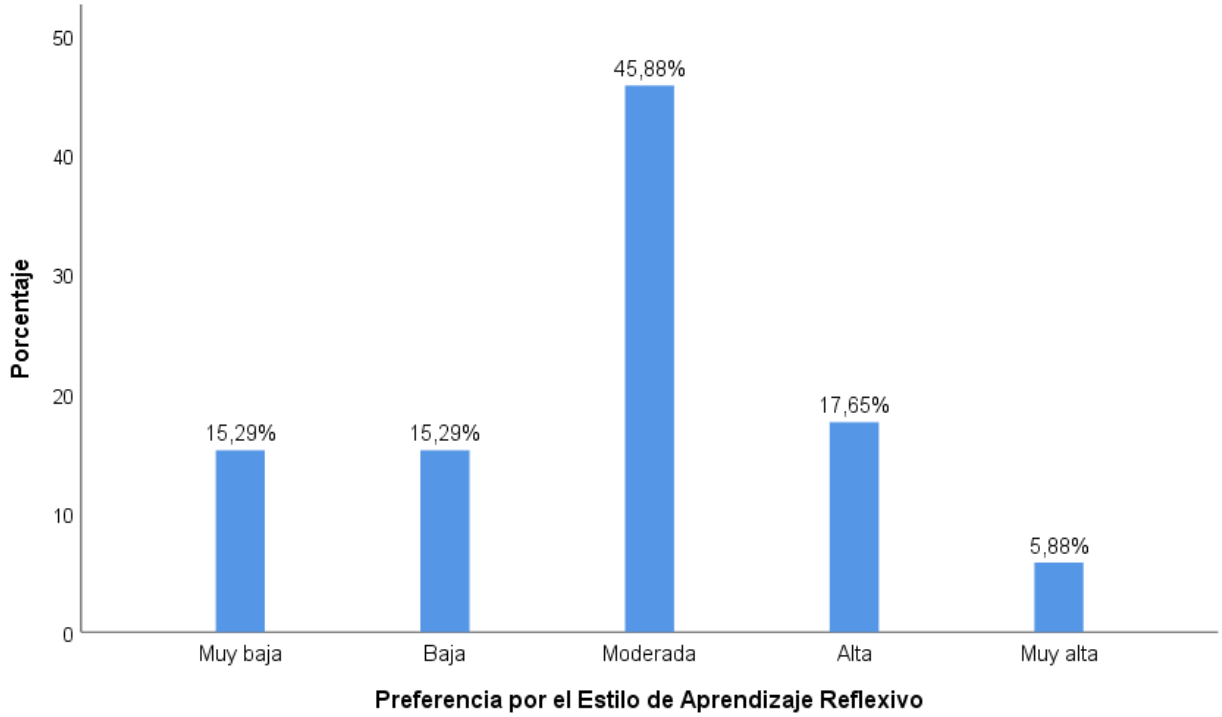
Porcentajes para cada nivel de preferencia por el estilo de aprendizaje activo



Las personas con estilo de aprendizaje activo, según Alonso et al. (1994), son entusiastas, orientadas al presente y buscan experiencias dinámicas. Evitan la monotonía, destacan en roles grupales y poseen cualidades como creatividad, espontaneidad, liderazgo e innovación. Según los resultados obtenidos en la muestra, el 51,76 % de alumnado muestra una preferencia moderada por el estilo de aprendizaje activo, el 31, 77 % una preferencia baja o muy baja y el 16,47 % alta o muy alta.

Figura 35

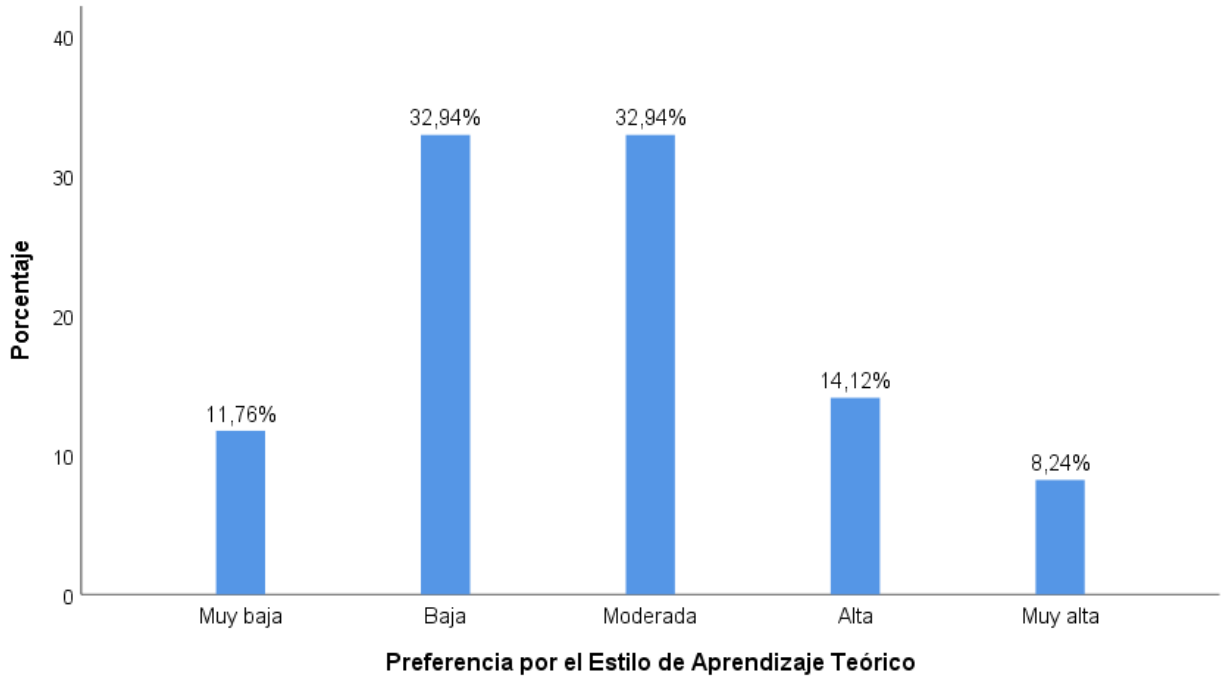
Porcentajes para cada nivel de preferencia por el estilo de aprendizaje reflexivo



El estilo reflexivo se caracteriza por la prudencia, el análisis detallado y la paciencia. Estas personas observan, recopilan información y consideran todas las opciones antes de actuar, destacándose por su receptividad, meticulosidad y enfoque analítico (Alonso et al., 1994). Los resultados del cuestionario CHAEA muestran que el 45,88 % de alumnado muestra una preferencia moderada por el estilo de aprendizaje reflexivo, el 30,58 % una preferencia baja o muy baja y el 23,53 % alta o muy alta.

Figura 36

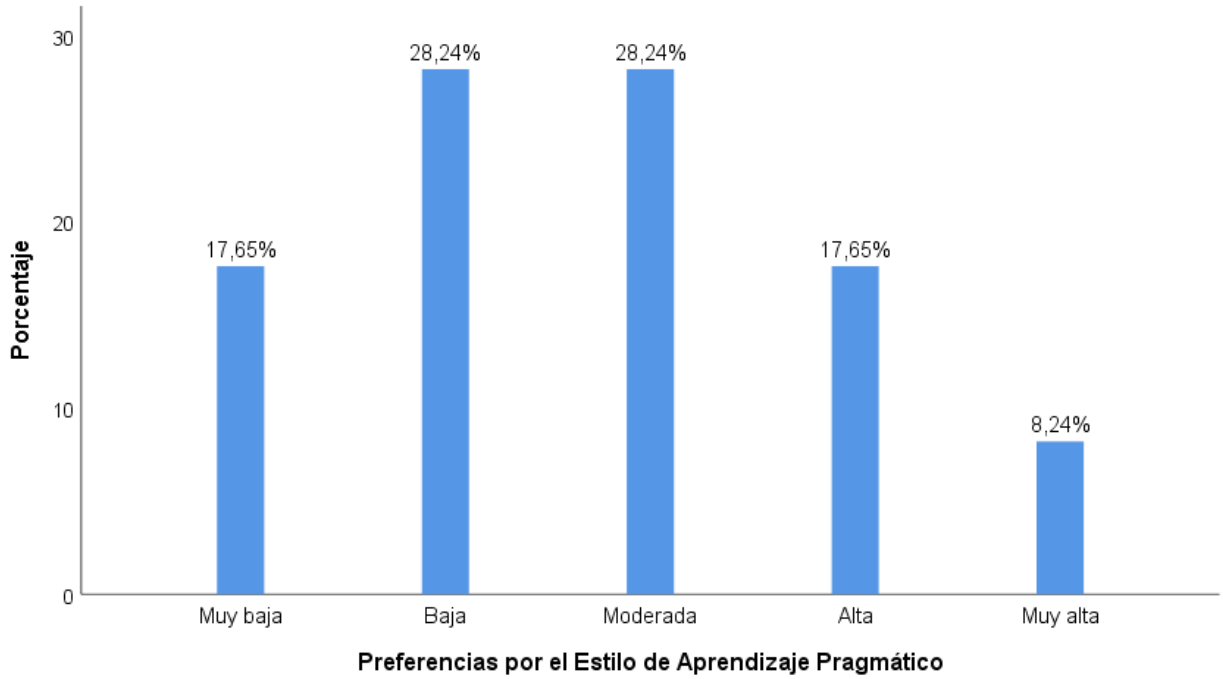
Porcentajes para cada nivel de preferencia por el estilo de aprendizaje teórico



El estilo teórico se define por un enfoque lógico, estructurado y secuencial en la resolución de problemas, con una fuerte inclinación hacia la perfección y la coherencia teórica. Estas personas priorizan la objetividad y evitan la ambigüedad. Destacan por ser metódicas, disciplinadas y críticas, orientadas a analizar, sintetizar y establecer principios racionales y claros (Alonso et al., 1994). En la muestra, los resultados reflejan que el 32,94 % de alumnado muestra una preferencia moderada por el estilo de aprendizaje teórico, el 44,7 % una preferencia baja o muy baja y el 22,36 % alta o muy alta.

Figura 37

Porcentajes para cada nivel de preferencia por el estilo de aprendizaje pragmático



El estilo pragmático se caracteriza por una orientación práctica y eficaz hacia la acción, mostrando seguridad y rapidez al implementar ideas que les resultan atractivas. Estas personas valoran la utilidad y los resultados, centrándose en resolver problemas de manera concreta y realista. Destacan por ser experimentadores, directos, objetivos y organizadores, con una marcada capacidad para aplicar lo aprendido (Alonso et al., 1994). En los resultados obtenidos en el cuestionario CHAEA se observa que el 28,24 % del alumnado muestra una preferencia moderada por el estilo de aprendizaje pragmático, el 45,89 % una preferencia baja o muy baja y el 25,89 % alta o muy alta.

Conclusiones. El cuestionario de Honey-Alonso de Estilos de Aprendizaje (CHAEA) permite identificar las preferencias de los estilos activo, reflexivo, teórico y pragmático en una muestra de alumnado de ESO y Bachillerato del IES Los Valles. Las conclusiones que se extraen de los resultados en relación con la materia de matemáticas en la que se enfoca esta investigación, son las siguientes:

- Predominio del estilo pragmático en las preferencias altas o muy altas: sugiere que una parte del alumnado valora la aplicación práctica de lo aprendido, un aspecto clave en

matemáticas, dada su conexión con la resolución de problemas reales. Sin embargo, los bajos niveles en los estilos teórico y pragmático en una porción considerable de la muestra sugieren la necesidad de fortalecer habilidades como la integración de conceptos, la sistematización y la aplicación efectiva en contextos matemáticos.

- Las alumnas destacan en el estilo reflexivo, lo que podría facilitar su desempeño en tareas matemáticas que requieren análisis profundo, observación y meticulosidad, como la resolución de problemas complejos o la construcción de argumentos lógicos. Sin embargo, los alumnos con preferencia pragmática podrían sobresalir en actividades que impliquen aplicar directamente conceptos matemáticos a situaciones prácticas. Diseñar actividades que combinen análisis reflexivo y aplicación práctica beneficiará a ambos géneros y promoverá un aprendizaje equilibrado.
- Los niveles con medias superiores, como 1º de ESO y 1º de Bachillerato, reflejan un perfil más completo en los cuatro estilos, lo que puede ser aprovechado para introducir estrategias matemáticas variadas, desde enfoques dinámicos y grupales hasta metodologías estructuradas y aplicadas. Por el contrario, niveles como 2º de PMAR y 2º de ESO, que presentan medias inferiores a las de la muestra en todos los estilos, podrían requerir un apoyo adicional en matemáticas, utilizando actividades específicas que refuercen sus habilidades en cada estilo de aprendizaje.
- Para fortalecer los aprendizajes se pueden diseñar actividades que promuevan los cuatro estilos de aprendizaje, de forma que sean dinámicas, reflexivas, estructuradas, y aplicadas permitiendo aprender de múltiples formas. En concreto en Matemáticas, los juegos matemáticos y dinámicas grupales potencian los estilos de aprendizaje activos y los problemas que requieren análisis profundo y contemplación de múltiples soluciones permiten desarrollar el estilo reflexivo. Además, las actividades estructuradas que promueven la comprensión de principios matemáticos, teorías y deducción lógica

favorecerían el estilo teórico y la resolución de problemas aplicados a situaciones reales, que conectan las matemáticas y el mundo cotidiano fomentan el estilo de aprendizaje pragmático.

IV.1.4. Matriz DAFO

La herramienta conocida en los países hispanohablantes como FODA o DAFO y en los países angloparlantes como SWOT surgió en el mundo empresarial favoreciendo el análisis situacional y la planificación de estrategias para minimizar factores negativos, como las debilidades internas y las amenazas externas y maximizar factores positivos, también internos y externos como las fortalezas y las oportunidades (Weihrich, 1982). Las iniciales de estos cuatro factores principales le dan nombre a la herramienta que se suele presentar en forma de matriz con 2 filas y 2 columnas.

En el contexto de esta investigación el análisis DAFO no solo ofrece un diagnóstico del entorno y la situación interna del centro educativo objeto de estudio (Tabla 14), sino que también sirve de base para la definición de acciones concretas que mejoren los procesos de enseñanza y la adaptación a un contexto tecnológicamente cambiante.

Tabla 14

Matriz DAFO de factores internos y externos vinculados al IES Los Valles

Fortalezas	**Debilidades**
Infraestructura tecnológica robusta	**Recursos y funcionalidad tecnológica limitada**
F1-Equipamiento informático y audiovisual en todas las aulas.	D1- Conexión a internet lenta y cobertura wifi deficiente.
F2-Certificación TIC Nivel 5	D2- Disponibilidad restringida de ordenadores para determinadas horas de la mañana en el centro educativo.
F3-Existencia de Aula virtual institucional.	D3-Carencia de dispositivos portátiles

Fortalezas	Debilidades
Formación y profesionalización docente F4- Amplia oferta de actividades formativas en el Plan de centro de formación del profesorado. F5- Interés por las TIC entre el profesorado.	**Resistencia y falta de experiencia en nuevas metodologías** D4- Resistencia al cambio metodológico y al uso de herramientas y plataformas digitales. D5- Falta de formación específica para docentes en enseñanza online y nuevas herramientas digitales.
Calidad y mejora académica F6- Planes de mejora para mantener buenos resultados académicos. F7- Premio por proyecto de innovación educativa "Aula virtual para pendientes" F8- Medidas de refuerzo: apoyos y desdobles. F9- Programa PMAR de mejora del aprendizaje y del rendimiento.	**Dificultades del alumnado** D6 Hábitos de estudio deficientes. D7- Falta de estimulación en alumnado de altas capacidades. D8- Peores resultados en materias científico-tecnológicas que en materias sociolingüísticas. **Implicación docente** D9- Falta de cultura colaborativa D10-Falta de continuidad del personal docente en el centro educativo.
Oportunidades	**Amenazas**
Avances tecnológicos y recursos O1- Creciente integración de nuevas tecnologías y metodologías en la enseñanza. O2- Recursos complementarios en la web y recursos educativos abiertos (REA). O3-Disponibilidad de ordenadores e internet en bibliotecas públicas	**Factores demográficos** A1- Disminución de alumnado matriculado en el centro educativo **Factores políticos** A2-Ley educativa inestable, no consensuada y dependiente del partido político.

Oportunidades	Amenazas
Colaboración externa O4- Alianzas con instituciones externas para charlas y formación. O5- Apoyo de la Junta de Castilla y León a proyectos de innovación.	**Factores socioeconómicos** A3- Parte del alumnado carece de ordenadores o tabletas en sus casas. **Factores familiares** A4- Escaso seguimiento del alumnado en casa.

Para la identificación de los factores internos referidos a las debilidades y fortalezas del centro educativo y los factores externos como las amenazas y oportunidades que pueden influir en su desarrollo institucional se utilizó la matriz DAFO (Tabla 14) y se contó con la colaboración del equipo directivo del IES Los Valles en el año académico 2017-2018.

En relación con los factores internos del centro educativo, entre sus fortalezas destaca la infraestructura tecnológica, el compromiso en la formación del profesorado y la mejora académica, evidenciada en sus proyectos de innovación y programas de refuerzo. Como debilidades se identifican carencias en la conectividad y en la disponibilidad de algunos recursos TIC, junto con una resistencia a la adopción de nuevas metodologías y desafíos en la continuidad y colaboración del personal docente. Además, existen carencias en la atención a necesidades específicas del alumnado y falta de estimulación científica.

Con respecto a los factores externos, existen oportunidades para potenciar la enseñanza y la innovación educativa como el auge de las tecnologías, la posibilidad de alianzas externas y la disponibilidad de recursos complementarios, pero también existen amenazas que afrontar como la disminución de matrículas y la inestabilidad de la normativa educativa, sumados a problemas que afectan el acceso a recursos tecnológicos en el hogar y al seguimiento del trabajo en casa del alumnado.

IV.2. Fase de planificación del ciclo I

IV.2.1. Decisiones tras el diagnóstico

Con los resultados de los cuestionarios DIMA, HEMA y CHAEA se planifican estrategias para superar dificultades en el aprendizaje de las matemáticas, mejorar hábitos de estudio y desarrollar diferentes estilos de aprendizaje.

Estrategias para mejorar el aprendizaje del alumnado en matemáticas

- Reforzar la interpretación matemática mediante la comprensión lectora de los enunciados de los problemas y la visualización.
- Fomentar la autonomía del alumnado a través de la facilitación de recursos y actividades en el aula virtual.
- Crear un ambiente de aprendizaje motivador evitando las interrupciones que interfieran en el normal desarrollo de la actividad educativa.
- Ofrecer más oportunidades de práctica variada y progresiva con actividades interactivas que aporten retroalimentación inmediata y tareas ludificadas que impliquen al alumnado.

Estrategias para mejorar los hábitos de estudio del alumnado

- Orientar al alumnado sobre hábitos y técnicas de estudio que pueden ayudarles a mejorar su rendimiento académico, incorporando al aula virtual actividades relacionadas.
- Usar la tecnología educativa para mostrar al alumnado formas efectivas de buscar y organizar información.
- Proporcionar fuentes relevantes para el aprendizaje en la materia de matemáticas
- Diseñar actividades que permitan al alumnado utilizar herramientas digitales de búsqueda de información.

Estrategias para desarrollar diferentes estilos de aprendizaje en el alumnado

- Utilizar diferentes tipos de recursos educativos, tradicionales como libros de texto o cuadernos, digitales como plataformas educativas en línea, aplicaciones y software educativo, multimediales como vídeos o presentaciones, herramientas TIC como Microsoft Teams o recursos educativos abiertos (REA), disponibles en internet.
- Propiciar el autoconocimiento de diferentes métodos que puedan ayudar a cada estudiante a trabajar de forma más eficiente.
- Diseñar tareas para potenciar los cuatro estilos de aprendizaje, logrando que el alumnado participe activamente, reflexione sobre su aprendizaje, ponga en práctica los conocimientos adquiridos y encuentre relaciones con los contenidos teóricos de la materia.

Para poner en práctica estas estrategias y mejorar la enseñanza de las matemáticas se decide ejecutar diferentes acciones a nivel de centro y de profesorado. Por una parte, para la mejora de la alfabetización digital, se fomenta la actualización metodológica y el uso de herramientas digitales en la práctica docente a través del plan de formación del profesorado en el centro educativo objeto de estudio y se impulsa el plan digital de centro. Además, a través de la herramienta SELFIE (Self-reflection on Effective Learning by Fostering the use of Innovative Educational technologies), el equipo directivo, profesorado y alumnado del IES Los Valles reflexiona sobre la utilización de la tecnología para la enseñanza y el aprendizaje permitiendo de esta forma evaluar el nivel de integración digital en el centro educativo.

Por otra parte, para la mejora de la práctica docente en matemáticas, la investigadora-docente decide complementar la enseñanza presencial a través de una plataforma virtual Moodle y aplicar diferentes chatbots como apoyo al alumnado en la materia de matemáticas.

Estrategias para maximizar los factores positivos del centro educativo y minimizar los negativos

Partiendo de la matriz DAFO (Tabla 14) se establecen diversas estrategias agrupadas en las cuatro categorías que contempla Weihrich (1982) para potenciar las fortalezas y oportunidades y mitigar las debilidades y amenazas y con ello mejorar los procesos educativos en el IES Los Valles. Se obtienen cruzando los factores externos e internos de la matriz DAFO.

Estrategias Ofensivas (FO). Estas estrategias buscan maximizar las fortalezas y aprovechar las oportunidades del entorno:

- Fomento del aula virtual (F3 + O1 + O2): Desarrollar un plan de digitalización educativa que integre el aula virtual institucional con metodologías innovadoras, aprovechando recursos abiertos y el avance tecnológico.
- Optimización de la certificación TIC Nivel 5 (F2 + O1): Mantener la máxima certificación TIC, incorporando herramientas emergentes y formación específica para mejorar la integración de las nuevas tecnologías en la enseñanza.
- Ampliación del Plan de Formación Docente (F4+F5 + O1 + O5): Incorporar cursos en el Plan de centro de formación del profesorado sobre metodologías innovadoras, con apoyo del CFIE asociado, para fortalecer la enseñanza basada en TIC.
- Creación de redes de aprendizaje entre docentes (F5 + O4): Establecer comunidades de aprendizaje colaborativas entre docentes y programas de mentoría para fomentar el intercambio de buenas prácticas en el uso de TIC.
- Impulso de proyectos de innovación tecnológica aplicados al aula (F7 + O5): Diseñar nuevos proyectos de innovación educativa aprovechando su fomento desde la dirección general de educación de Castilla y León.
- Integración de recursos educativos abiertos (REA) en la enseñanza (F3 + O2): Incorporar REA dentro del aula virtual y los programas de enseñanza, facilitando el acceso a diversos materiales de calidad alojados en la web para no depender en exceso de los libros de texto.

Estrategias Defensivas (FA). Estas estrategias utilizan las fortalezas para protegerse de amenazas externas:

- Potenciación de la oferta educativa digital diferenciadora (F3 + A1): Implementar un programa de enseñanza híbrida, aprovechando el aula virtual y el equipamiento tecnológico para captar alumnado.
- Uso de la certificación TIC como elemento diferenciador (F2 + A1): Promocionar el nivel 5 de certificación TIC y el enfoque tecnológico del centro en la jornada de puertas abiertas para atraer nuevos estudiantes y mejorar la percepción del centro.
- Flexibilización del plan formativo docente ante cambios legislativos (F4 + A2): Adaptar la formación del profesorado a nuevas normativas, asegurando que los docentes estén preparados para posibles cambios en la legislación educativa.
- Fomento de metodologías innovadoras y resilientes al cambio legislativo (F5 + A2): Impulsar estrategias didácticas basadas en TIC y metodologías activas (ABP, gamificación, flipped classroom…) que trasciendan los cambios legislativos y mantengan la calidad educativa.
- Programa de préstamo de dispositivos (F1 + A3): Gestionar el préstamo de dispositivos portátiles para facilitar el acceso a la enseñanza digital al alumnado sin recursos.
- Uso de bibliotecas públicas y espacios comunitarios con acceso a internet (F8 + A3): Diseñar medidas de refuerzo a través del aula virtual propiciando que los estudiantes sin acceso a dispositivos puedan trabajar en bibliotecas públicas o espacios comunitarios con conexión a internet.
- Incorporación de material digital accesible desde móviles (F3 + A3): Proporcionar recursos digitales a través del aula virtual para que sean accesibles desde teléfonos móviles, permitiendo que más alumnos puedan estudiar sin necesidad de ordenadores.

- Refuerzo de medidas de apoyo al alumnado con falta de seguimiento en casa (F8 + A4): Ampliar los programas de apoyo y refuerzo escolar dentro del horario lectivo para suplir la falta de seguimiento familiar.
- Uso del aula virtual para mantener un control del trabajo del alumnado (F3 + A4): Implementar un sistema de control y notificaciones en el aula virtual que permita a las familias hacer seguimiento del progreso de sus hijos, aunque la implicación sea mínima.

Estrategias de Reorientación (DO). Estas estrategias buscan reducir debilidades internas aprovechando oportunidades externas:

- Ampliación de los horarios de acceso a equipos informáticos (D2 + O3): Gestionar convenios con bibliotecas públicas para que los estudiantes puedan usar ordenadores con acceso a internet fuera del horario escolar.
- Incorporación de dispositivos portátiles en el aula (D3 + O5): Buscar apoyo de la Junta para obtener fondos destinados a la adquisición de dispositivos portátiles para el alumnado.
- Desarrollo de programas de enriquecimiento curricular (D7 + O1 + O2): Desarrollar actividades avanzadas alojadas en plataformas digitales añadiendo recursos educativos abiertos y herramientas TIC para el enriquecimiento curricular.
- Recursos digitales para mejorar el aprendizaje STEM (D8 + O1 + O2): Integrar recursos digitales en el aula virtual para reforzar el aprendizaje en ciencias y matemáticas.
- Mentoría docente (D9 + O4): Establecer un sistema de acompañamiento donde docentes con experiencia guíen a los nuevos en metodologías innovadoras y uso de TIC.
- Vinculación del profesorado con proyectos de innovación (D9+D10 + O1+O5): Potenciar la participación del profesorado en proyectos de innovación financiados por la Junta de Castilla y León para mejorar su compromiso con el centro.

Estrategias de Supervivencia (DA). Estas estrategias se orientan a mitigar los efectos de las amenazas y superar las debilidades asegurando la estabilidad del centro en contextos adversos.

- Optimización del uso de recursos tecnológicos existentes *(D2 + A3):* Implementar turnos y uso compartido de dispositivos en horario extendido para compensar la disponibilidad limitada de los equipos informáticos.
- Mejora de la conectividad del centro *(D1 + A1):* Buscar financiación para mejorar la infraestructura de red y garantizar acceso estable a internet en todas las aulas para potenciar la digitalización del centro educativo.
- Programa de refuerzo para alumnos con dificultades académicas *(D6 + A4):* Implementar tutorías personalizadas y seguimiento individualizado para mejorar los hábitos de estudio en estudiantes con escaso apoyo familiar.
- Mejora de la motivación del alumnado en las materias STEM de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas *(D8 + A1 + A4):* Aplicar metodologías más dinámicas (aprendizaje basado en retos, gamificación) para aumentar el interés del alumnado en áreas científico-tecnológicas.
- Acompañamiento personalizado para alumnado con altas capacidades *(D7 + A4):* Implementar tutorías y programas de enriquecimiento curricular para evitar la desmotivación y el bajo rendimiento en estos alumnos.
- Medidas de retención del profesorado (D10 + A1 + A2): Crear incentivos internos para fomentar la permanencia del personal docente que participa activamente en la mejora del centro, como acceso prioritario a formación con horario flexible o participación en proyectos innovadores.

- Trabajo colaborativo entre docentes (D9 + A2): Desarrollar equipos de trabajo que generen recursos compartidos, permitiendo la continuidad en la enseñanza para minimizar el impacto de la rotación del profesorado.

En las Tablas 15, 16, 17 y 18 se identifican los principales problemas detectados a través de los diferentes instrumentos utilizados en la fase de Diagnóstico y se seleccionan estrategias para abordarlos.

Tabla 15

Problemas y estrategias a partir de los resultados del cuestionario DIMA

Problemas fundamentales detectados	**Estrategias seleccionadas asociadas a los problemas**
P1DM-Dificultades en procesos matemáticos clave: Formular, emplear e interpretar problemas matemáticos, especialmente la interpretación.	E1DM -Potenciar la comprensión lectora aplicada a problemas matemáticos usando diagramas, mapas conceptuales y recursos visuales y desglosando el enunciado en partes fundamentales.
P2DM -Dependencia excesiva del profesorado y clases particulares, con escasa autonomía en el aprendizaje.	E2DM -Fomentar la autonomía del alumnado con actividades de autoevaluación y recursos digitales
P3DM -Uso limitado de herramientas digitales y manipulativas lo que dificulta la comprensión de conceptos abstractos.	E3DM -Integrar herramientas tecnológicas, manipulativas y materiales complementarios para facilitar la comprensión.
P4DM -Ambiente de aula poco motivador y disruptivo.	E4DM -Mejorar la dinámica de aula mediante gamificación, problemas contextualizados, trabajo cooperativo y reducción de interrupciones.
P5DM - Insuficiente práctica guiada y progresiva para consolidar aprendizajes.	E5DM -Diseñar prácticas guiadas con dificultad progresiva, para reforzar el aprendizaje.

Nota. PiDM con i de 1 a 5 es el código de identificación del problema identificado a través del cuestionario DIMA. EiDM con i de 1 a 5 es el código de identificación de la estrategia asociada al problema PiDM

Tabla 16

Problemas y estrategias a partir de los resultados del cuestionario HEMA

Problemas fundamentales detectados	**Estrategias seleccionadas asociadas a los problemas**
P1HM-Poca integración de la búsqueda de información en el proceso de aprendizaje.	E1HM -Integrar actividades prácticas en matemáticas que requieran buscar, organizar y analizar información.
P2HM -Falta de manejo de herramientas de búsqueda, tanto físicas como digitales.	E2HM -Incorporar tecnología educativa (plataformas y apps) para enseñar cómo buscar y gestionar información eficazmente.
P3HM -Ausencia de estrategias para organizar y clasificar la información recopilada. P4HM -Desconocimiento de fuentes relevantes de información.	E3HM -Fomentar el acompañamiento docente, guiando al alumnado en la gestión de la información y en el uso de fuentes que proporcionen información de calidad

Nota. PiHM con i de 1 a 4 es el código de identificación del problema identificado a través del cuestionario HEMA. EiHM con i de 1 a 3 es el código de identificación de la estrategia asociada al problema PiHM

Tabla 17

Problemas y estrategias a partir de los resultados del cuestionario CHAEA

Problemas fundamentales detectados	**Estrategias seleccionadas asociadas a los problemas**
P1CH-Desequilibrio en los estilos de aprendizaje, con niveles bajos en los estilos teórico y pragmático en parte del alumnado.	E1CH-Diseñar actividades que integren los cuatro estilos de aprendizaje (activo, reflexivo, teórico y pragmático), para lograr un aprendizaje más completo y accesible para todo el alumnado.
P2CH-Diferencias de género en las preferencias de estilo. Las alumnas se inclinan más hacia el estilo reflexivo y los alumnos hacia el pragmático, lo que puede generar enfoques de aprendizaje diferenciados.	E2CH-Combinar análisis reflexivo con aplicación práctica, beneficiando tanto a alumnas como a alumnos y promoviendo la equidad en el aprendizaje.
P3CH-Desigualdad entre niveles educativos. Los niveles como 2º de ESO y	E3CH- Utilizar recursos que estimulen los distintos estilos de aprendizaje

Problemas fundamentales detectados	Estrategias seleccionadas asociadas a los problemas
2º de PMAR presentan perfiles bajos en todos los estilos de aprendizaje, lo que sugiere una menor preparación para abordar los aprendizajes matemáticos desde distintas perspectivas.	ofreciendo apoyo específico a grupos con menor desarrollo en estilos de aprendizaje.

Nota. PiCH con i de 1 a 3 es el código de identificación del problema identificado a través del cuestionario CHAEA. EiCH con i de 1 a 3 es el código de identificación de la estrategia asociada al problema PiCH

Tabla 18

Problemas y estrategias a partir de los resultados del análisis DAFO

Problemas fundamentales detectados	Estrategias seleccionadas asociadas a los problemas
P1DF-Escasa capacitación docente en nuevas metodologías y herramientas digitales	E1DF-Diseñar planes de formación específicos para docentes que superen la resistencia al cambio y la falta de experiencia en el uso de plataformas virtuales.
P2DF-Falta de colaboración y permanencia del profesorado en el centro	E2DF-Fomentar espacios de trabajo colaborativo e implementar planes de desarrollo profesional para garantizar la continuidad del profesorado proactivo.
P3DF-Deficientes hábitos de estudio del alumnado	E3DF-Extender la ayuda y acompañamiento fuera del horario lectivo a través de plataformas digitales
P4DF-Peores resultados académicos en ciencias	E4DF-Incorporar proyectos formativos innovadores y metodologías híbridas para complementar la formación en el aula.
P5DF-Infraestructura y funcionalidad tecnológica limitada en el centro educativo	E5DF-Invertir en la mejora de la conectividad a Internet y equipos informáticos portátiles E6DF-Hacer autoevaluaciones periódicas sobre los procesos de digitalización del centro

Nota. PiDF con i de 1 a 5 es el código de identificación del problema identificado a través de la matriz DAFO. EiDF con i de 1 a 5 es el código de identificación de la estrategia asociada al problema PiDF

IV.2.2. Plan de acción

Se plantea el siguiente plan de acción (Tabla 19) para mejorar la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas a través de entornos virtuales.

Tabla 19

Plan de acción

Líneas prioritarias	**Áreas de mejora**	**Acciones**	**Estrategias**	**Recursos**	**Tiempo**
Enseñanza de matemáticas (Ámbito docente)	Personaliza-ción	Desarrollar e implementar un chatbot para matemáticas	E5DM	Plataforma Dialogflow Telegram	2020-2021 (primera versión de tres)
	Entornos virtuales	Complementar la enseñanza presencial en matemáticas con un curso en línea	E4DM E3HM E3DF E4DF	Plataforma Moodle	2018-2019
Aprendizaje de matemáticas (Ámbito del alumnado)	Resolución de problemas	Desglosar el enunciado de un problema, estructurar en partes la resolución y formular preguntas adecuadas para potenciar su comprensión	E1DM	Chatbot	2020-2021 (primera versión de tres)
	Hábitos de estudio	Proporcionar ayuda virtual para facilitar la búsqueda de	E2DM E3DM E1HM	REA Plataforma Moodle	2018-2019 2020-2021

Líneas prioritarias	Áreas de mejora	Acciones	Estrategias	Recursos	Tiempo
		información especializada y la autonomía en el estudio	E2HM	Chatbot	(primera versión de tres)
	Estilos de aprendizaje	Desarrollar los estilos de aprendizaje activo, reflexivo, pragmático y teórico a través de recursos multimodales y actividades variadas	E1CH E2CH E3CH	Recursos digitales REA Página web Wix Symbaloo Forms	2018-2019
Digitaliza-ción (Ámbito de centro)	Infraestruc-tura	Propiciar la dotación al centro de mejor conectividad y más equipamiento informático	E5DF	Programas Escuelas Conectadas y NextGenera tionEU	De 2016-2017 a 2024-2025
	Capacitación digital	Hacer autoevaluacione s bienales SELFIE sobre la integración TIC en los procesos educativos	E6DF	Cuestionario en línea SELFIE de la Unión Europea	Cada 2 años. Comienzo en 2019-2020
		Diseñar e implementar un Plan de centro de formación docente para 4 años académicos	E1DF E2DF	Plan de centro de formación del profesorado	2016-2017 a 2019-2020

IV.2.3. Diseño general del ciclo I

En las Tablas 20, 21, 22 y 23 se diseñan las diferentes fases del primer ciclo de investigación-acción.

Tabla 20

Diseño de la fase de planificación

Objetivos de fase	Acciones	Recursos	Responsables	Evidencias o productos	Año
Identificar el problema tras el diagnóstico inicial Diseñar un plan de acción para abordar la situación problemática	Detección de áreas críticas con posibilidad de mejora Propuesta de estrategias de mejora Elección de las estrategias que se van a desarrollar en el primer ciclo Determinación de las necesidades vinculadas a la ejecución de las estrategias elegidas	Informe de diagnóstico sobre: DIMA, CHAEA, HEMA, reflexiones docentes, DAFO	Investigadora	Plan de acción	2016-2017 y 2017-2018

Tabla 21

Diseño de la fase de acción

Objetivos de fase	Acciones	Recursos	Responsables	Evidencias o productos	Año
Implementar las estrategias de mejora planificadas para generar cambios en la práctica educativa.	Ejecución de estrategias para la mejora de la enseñanza de matemáticas	Aula virtual Moodle con recursos didácticos	Investigadora	Imágenes del aula virtual	2018-2019
		Chatbot de plataforma Dialogflow integrado en red social Telegram y accesible desde dispositivo móvil	Investigadora	Imágenes de configuración del chatbot	2020-2021
	Ejecución de estrategias para la detección de necesidades digitales en el centro educativo	Cuestionario SELFIE accesible a través de ordenador con internet	Investigadora y tutores de ESO	Datos de participación del equipo directivo del centro, el profesorado y el alumnado de la ESO	2019-2020

Objetivos de fase	Acciones	Recursos	Responsables	Evidencias o productos	Año
	Ejecución de estrategias para la actualización de competencias profesionales docentes	Asesores del Centro de Formación e Innovación Educativa asociado al centro educativo	Investigadora y coordinador de formación, calidad e innovación en el centro	Plan de centro de formación del profesorado	De 2016-2017 a 2019-2020

Tabla 22

Diseño de la fase de observación

Objetivos de fase	Acciones	Recursos	Responsables	Evidencias o productos	Año
Recoger y analizar datos de las acciones implementadas	Discusión grupal guiada sobre la satisfacción del alumnado con el chatbot y propuestas de mejora	Guion estructurado sobre la interacción en el aula entre profesora y alumnado referida al chatbot	Investigadora	Imágenes de interacción con el chatbot Respuestas del guion de discusión grupal	2020-2021
	Observación y análisis de la interacción del alumnado con el aula virtual	Diario de campo Portafolios digital	Investigadora	Diario docente Portafolios de alumnado	2018-2019
	Análisis estadístico descriptivo de las respuestas al cuestionario SELFIE	Resultados del cuestionario SELFIE en la web de la UE	Investigadora	Informe SELFIE	2019-2020
	Análisis estadístico descriptivo de las actividades del plan de centro de formación del profesorado	Memoria del plan de centro de formación del profesorado	Investigadora	Informe sobre la oferta formativa para el profesorado	2019-2020

Tabla 23

Diseño de la fase de reflexión o evaluación

Objetivos de fase	Acciones	Recursos	Responsables	Evidencias o productos	Año
Evaluar la intervención y ajustar estrategias para mejorar los procesos educativos.	Discusión de hallazgos Propuesta de mejora	Resultados obtenidos en la observación	Investigadora	Recomendaciones y ajustes para futuras mejoras	2020-2021

IV.2.4. Formación del profesorado

El plan de centro de formación del profesorado da respuesta a la necesidad de actualización tecnológica y metodológica del profesorado para adaptarse a los cambios socio-tecnológicos externos a la vez que se cubren las necesidades internas del centro atendiendo a su contexto específico. La planificación de acciones formativas dirigidas al profesorado en un centro educativo persigue el desarrollo de las competencias profesionales docentes y específicas de un área o colectivo y se enfoca en el desarrollo de objetivos del centro educativo por lo que la adaptación a su contexto y necesidades es crucial para maximizar su eficacia.

Líneas prioritarias y actividades del plan. El tipo de actividades del plan incluye cursos, seminarios y grupos de trabajo, con diferentes enfoques: tecnológico para la capacitación en el uso de herramientas digitales, curricular para profundizar en áreas específicas de conocimiento, pedagógico, centrado en metodologías de enseñanza, evaluación y gestión de aula y de desarrollo personal sobre habilidades, gestión del estrés o liderazgo.

Estas actividades pueden proponerse para cada línea prioritaria que el centro decida atender como en este caso la integración didáctica de las TIC o la formación en competencias para una educación inclusiva e innovadora.

Estrategias del centro educativo para fomentar la participación. En la comunidad de Castilla y León, el equipo directivo de cada centro educativo sostenido con fondos públicos de enseñanza no universitaria se encarga de liderar los procesos de formación e innovación en su centro y cuenta con la colaboración de un coordinador de formación, calidad e innovación para planificar y desarrollar la formación permanente del profesorado internamente. Esta figura es clave para informar y dinamizar las acciones formativas dirigidas al profesorado (Consejería de Educación de Castilla y León, 2014). Las estrategias diseñadas para fomentar la participación del profesorado en el plan de formación de centro se centran en los siguientes aspectos:

- Información: El equipo directivo informa a los docentes de las actividades formativas ofertadas desde el instituto de enseñanza secundaria Los Valles de Camarzana de Tera, alineadas con sus objetivos y quien coordina la formación en este centro también informa de otras convocatorias formativas de organismos externos como Centros de Formación del Profesorado e Innovación Educativa (CFIE) de la provincia de Zamora, el Centro de Recursos y Formación del Profesorado en TIC (CRFP TIC) de Palencia, el Centro Superior de Formación del Profesorado (CSFP) de Soria, el Centro de Formación del Profesorado en Idiomas (CFPI) de Valladolid o el Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado (INTEF).
- Reconocimiento: La participación en las actividades formativas se reconocen a través de certificados gestionados por el CFIE de Benavente vinculado al centro por su área de influencia.
- Horario flexible: El horario de las actividades programadas en el plan de formación de centro tiene en cuenta la movilidad del profesorado y no interfiere en las actividades lectivas con el alumnado.

- Relevancia: Los cursos, grupos de trabajo o seminarios ofertados son de interés para el desarrollo profesional del profesorado.
- Participación: Desde la dirección del centro se involucra al profesorado en la coordinación de las diferentes actividades y en la propuesta y elección de la oferta formativa de cada curso académico.
- Simplificación de trámites: El CFIE de Benavente a través del coordinador de formación, calidad e innovación facilita la inscripción y evaluación de las diferentes actividades formativas del plan de formación de centro por medio de cuestionarios en línea sencillos.

Diseño del plan de centro de formación del profesorado. Se planifica la formación del profesorado desde el centro educativo con un plan para desarrollar en 4 años. Las categorías en las que se organizan las diferentes actividades se muestran en la Tabla 24.

Al finalizar cada curso escolar la investigadora y el coordinador de formación, calidad e innovación planifican las actividades que se desarrollarán en el siguiente curso considerando los intereses del profesorado que transmiten a través del correo electrónico al coordinador en el periodo de detección de necesidades durante el mes de mayo.

Tabla 24

Distribución por categorías de actividades del plan de centro de formación del profesorado

Categorías	**Número de actividades totales**	**Distribución de actividades por curso escolar**			
		2016-2017	**2017-2018**	**2018-2019**	**2019-2020**
Tecnologías educativas	9	2	2	3	2
Metodologías activas	1	_	1	_	_
Atención a la diversidad	2	1	_	1	_
Convivencia	1	1	_	_	_

Categorías	Número de actividades totales	Distribución de actividades por curso escolar			
		2016-2017	2017-2018	2018-2019	2019-2020
Patrimonio y entorno	1	1	_	_	_
Desarrollo sostenible	1	_	_	_	1
Fomento de la lectura	2	_	1	_	1
Total	**17**	**5**	**4**	**4**	**4**

El número de actividades propuesto para cada curso escolar es similar con la intención de tener una oferta formativa adecuada a los intereses del centro y del profesorado y no saturar con múltiples opciones.

IV.2.5. Aula virtual

Diseño del aula virtual. En la plataforma Moodle asociada al centro educativo, se diseña un curso para la materia de matemáticas orientadas a las enseñanzas aplicadas del nivel de 3º de ESO. El modelo de diseño tecnopedagógico utilizado en el curso es ADDIE que es uno de los más utilizados en educación y formación en línea y está basado en cinco fases cuyas iniciales le dan nombre: Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación. Molenda (2003) estudioso de este modelo se refiere a él para nombrar un diseño de sistema instruccional, aunque otros autores lo enmarcan como un modelo de diseño tecnopedagógico, término que integra las dos dimensiones principales de los diseños instruccionales, relacionando la tecnología con su uso pedagógico (Sangrà et al., 2020). El motivo de la elección de este modelo es que sus fases conectan con las de investigación-acción. La fase de análisis del modelo ADDIE puede vincularse con el diagnóstico o identificación del problema de la investigación-acción, al detectarse una necesidad o problema en el entorno educativo, las fases de diseño y desarrollo se alinean con la planificación al requerir por un lado diseñar la intervención para resolver el problema detectado y por otro seleccionar y crear los recursos y materiales necesarios antes de su aplicación, la fase de implementación puede relacionarse tanto con la

acción como con la observación ya que cuando se ejecuta la intervención en el entorno real, es necesario observar el funcionamiento de lo diseñado y desarrollado, obteniendo datos o resultados. Estos serán utilizados en la fase de evaluación para reflexionar sobre el éxito de la intervención y hacer ajustes que mejoren el proceso y los artefactos educativos que se refieren a cualquier herramienta o recurso diseñado para facilitar el aprendizaje y la enseñanza.

Diseño curricular. El diseño curricular integra los objetivos de aprendizaje, competencias, contenidos, metodología didáctica, estándares y resultados de aprendizaje evaluables y criterios de evaluación que constituyen el currículo de cada enseñanza según la Ley Orgánica para la mejora de la calidad educativa [LOMCE], vigente en España durante el año académico 2018-2019 (Gobierno de España, 2013, art. 6).

El diseño curricular de la Figura 38 se refiere a la materia de Matemáticas Orientadas a las Enseñanzas Aplicadas de 3º de ESO. Esta materia que el alumnado también puede elegir cursar en 4º de ESO se plantea para la iniciación a la Formación Profesional, sin embargo, la opción de las Matemáticas Orientadas a las Enseñanzas académicas que también puede cursarse en 3º y 4º de ESO persigue la iniciación al Bachillerato (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2015). Las características principales de la materia son su enfoque práctico y contextualizado en el que las matemáticas se muestran como una herramienta útil para resolver problemas de la vida real, partiendo de situaciones cotidianas o cercanas al alumnado. Además, tiene una orientación funcional que reside en el desarrollo de habilidades en el alumnado para aplicar conocimientos matemáticos en contextos no académicos como el mundo laboral, potenciando la toma de decisiones, el análisis de datos y la resolución de problemas reales. Se centra en la competencia matemática, aunque también se trabaja especialmente las competencias básicas en ciencias y tecnologías y se integran el resto de las competencias clave. Los contenidos están orientados a la utilidad como los porcentajes, proporcionalidad,

estadística, probabilidad, interpretación de gráficos o geometría práctica, con menor énfasis en el formalismo teórico o las abstracciones complejas.

Figura 38

Diseño curricular del curso en línea de Matemáticas orientadas a las enseñanzas aplicadas de 3º de ESO

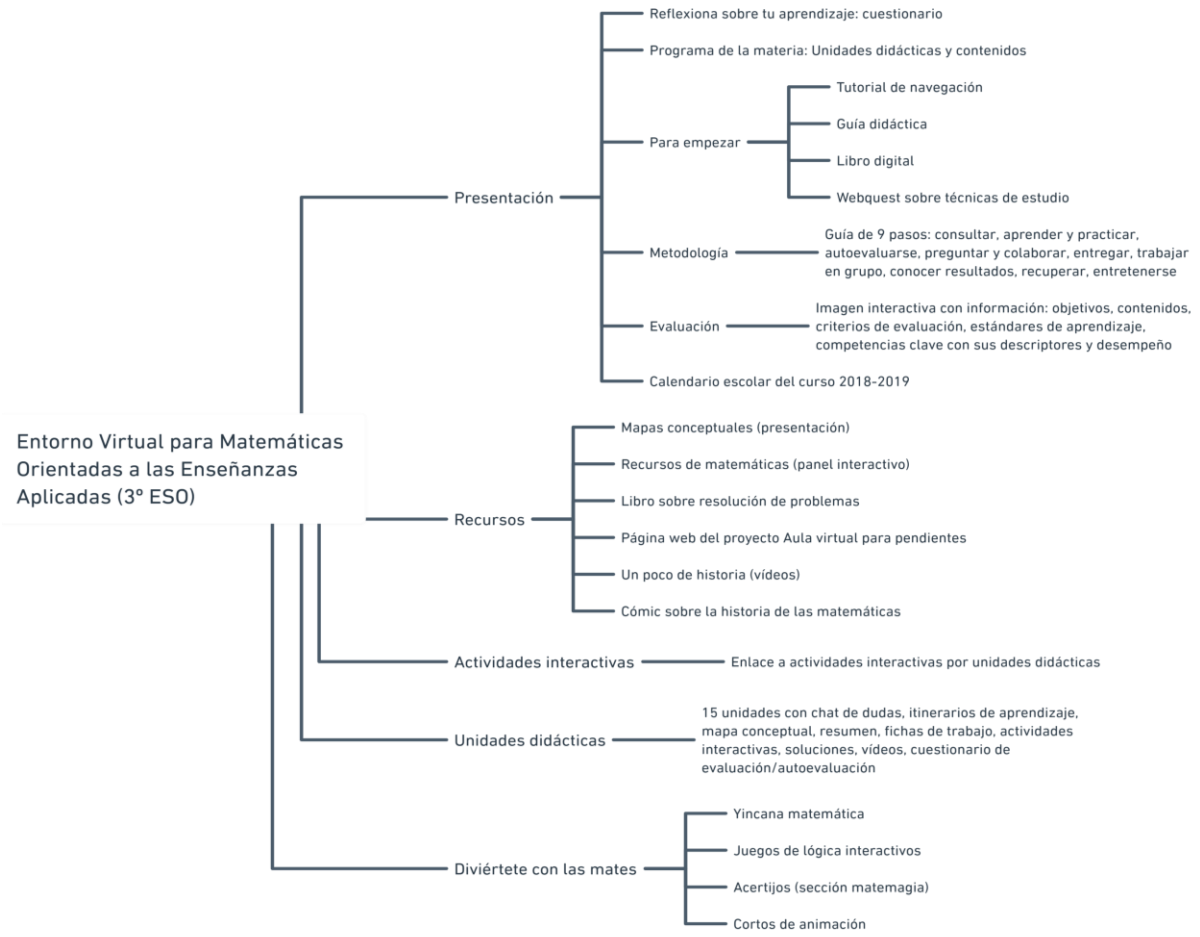


Nota. Gráfico de elaboración propia.

Diseño del curso en el entorno virtual. La página principal del curso se organiza en varios bloques funcionales: en la parte superior se encuentra el módulo de comunicación con correo interno y chat, a la izquierda un menú con accesos a secciones clave como actividades, recursos, participantes o calificaciones; en el centro se visualizan las diferentes secciones organizadas en cinco pestañas principales denominadas Presentación, Recursos, Actividades interactivas, Unidades didácticas y Diviértete con las mates, y a la derecha un calendario del curso junto con accesos a herramientas de Office 365. Cada sección ofrece contenidos específicos como muestra la Figura 39.

Figura 39

Diseño del curso para Matemáticas orientadas a las enseñanzas aplicadas de 3º de ESO en la plataforma Moodle



Nota. Gráfico de elaboración propia.

Diseño de la interacción. La interacción en entornos virtuales de aprendizaje se refiere al proceso de comunicación recíproca entre estudiantes, instructores y contenido mediante el cual contribuyen al proceso de enseñanza y aprendizaje construyendo conocimiento e intercambiando ideas. Según Moore (1989) existen tres tipos de interacción:

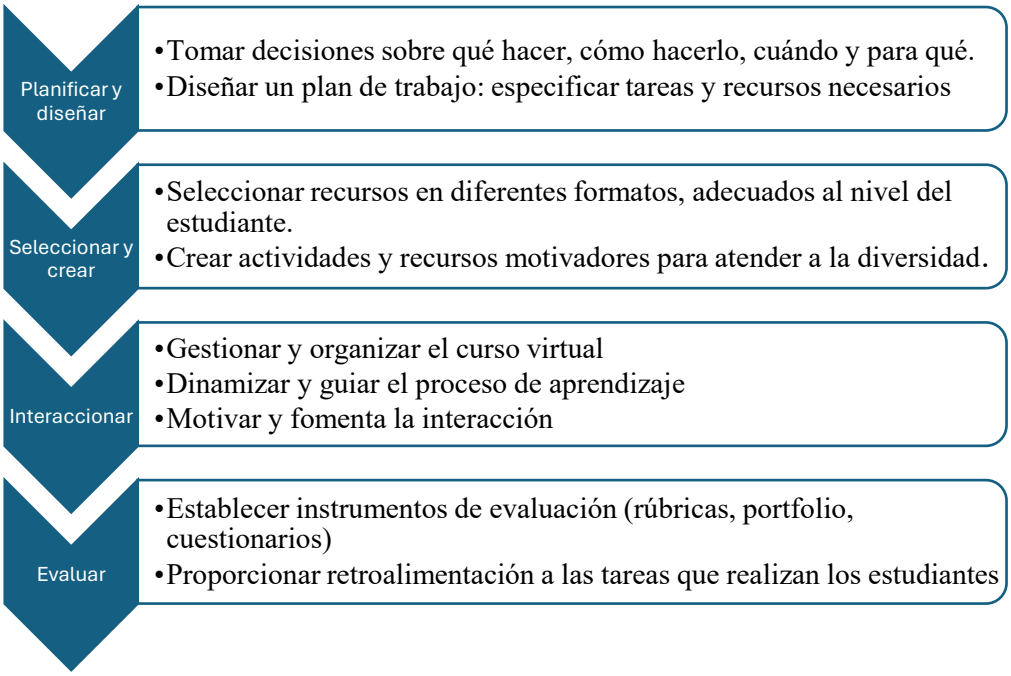
- Estudiante–contenido: cuando el estudiante interactúa con los materiales del curso para adquirir y construir conocimiento, explorando y analizando el contenido.
- Estudiante–estudiante: cuando los alumnos se comunican entre sí para debatir, colaborar o resolver problemas conjuntamente.
- Estudiante–instructor: cuando el estudiante y el docente se comunican con el propósito de guiar, motivar o retroalimentar el aprendizaje en el caso del docente y de intercambiar ideas o preguntar dudas en el caso del estudiante. Es fundamental para el acompañamiento y la personalización del aprendizaje y puede ser sincrónica por videollamada o chat o asincrónica a través de mensajes de correos y foros.

Hoja de ruta para la enseñanza virtual. La enseñanza en entornos virtuales requiere de una planificación cuidadosa para lograr una mayor eficacia, pero no sólo este aspecto es importante, un enfoque integral de la práctica docente en este tipo de entornos conduce al desempeño de múltiples roles que combinan habilidades pedagógicas, tecnológicas y comunicativas (Barberá y Badía, 2004). Facilitan el aprendizaje, guiando al alumnado a través de materiales digitales y actividades interactivas, diseñan el contenido del curso y crean recursos educativos adaptados al entorno digital que incluyen vídeos, presentaciones y evaluaciones en línea, motivan y acompañan, manteniendo el interés y la participación del alumnado y promoviendo la autonomía y el aprendizaje colaborativo, usan diversas herramientas digitales para mejorar la enseñanza y la comunicación, gestionan las interacciones en foros y chats o videoconferencias asegurando un ambiente de respeto y colaboración y

adaptan estrategias para la evaluación del aprendizaje mediante cuestionarios en línea, rúbricas o portafolios, ofreciendo retroalimentación personalizada. En las Figuras 40 y 41 se aprecian estas funciones docentes de facilitador, diseñador, motivador y acompañante, tecnólogo, moderador o mediador y evaluador.

Figura 40

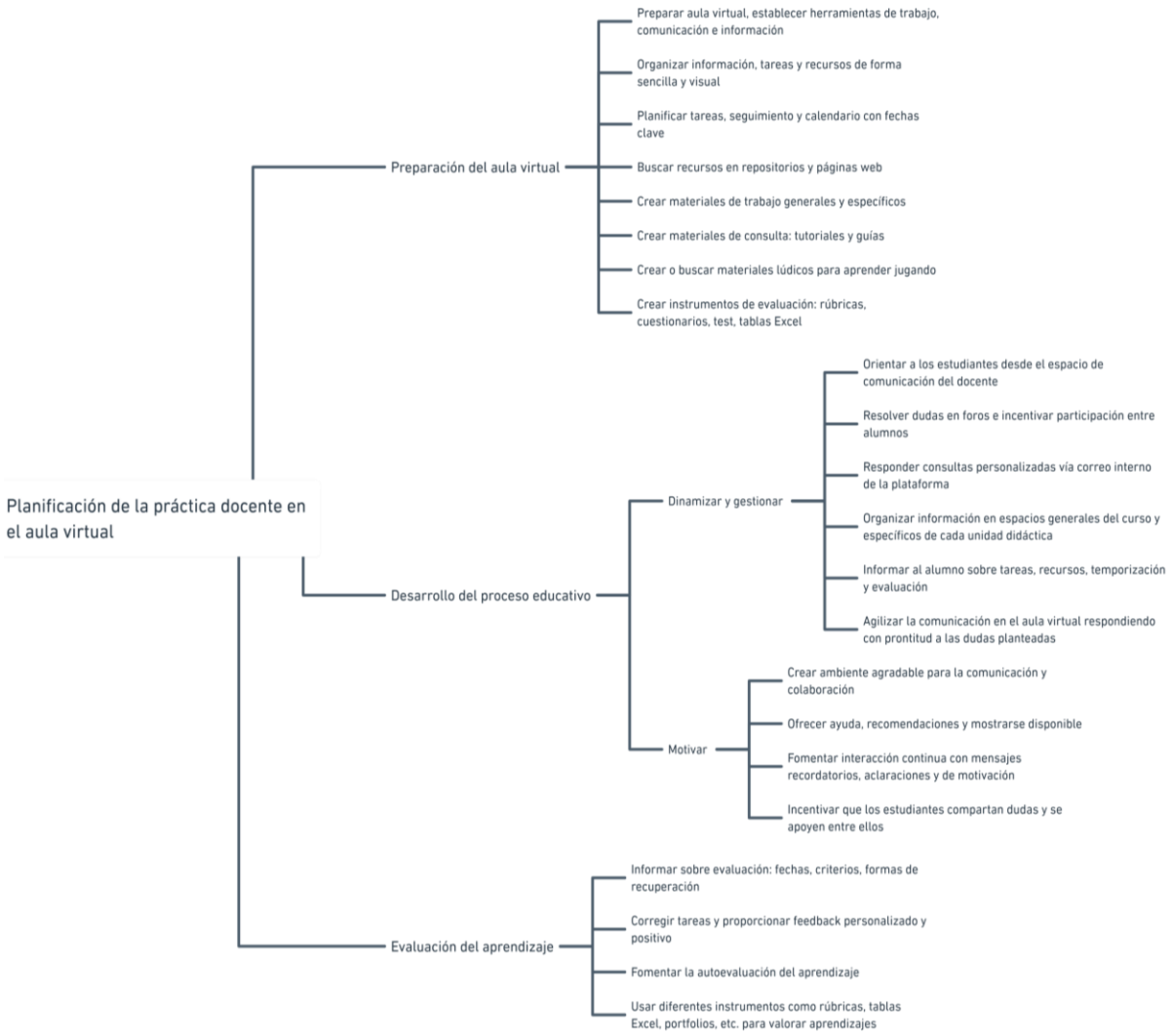
Principales acciones docentes en la enseñanza virtual



Nota. Adaptado de Hoja de ruta para la enseñanza virtual (Giraldo, 2020)

Figura 41

Planificación de la práctica docente en el aula virtual



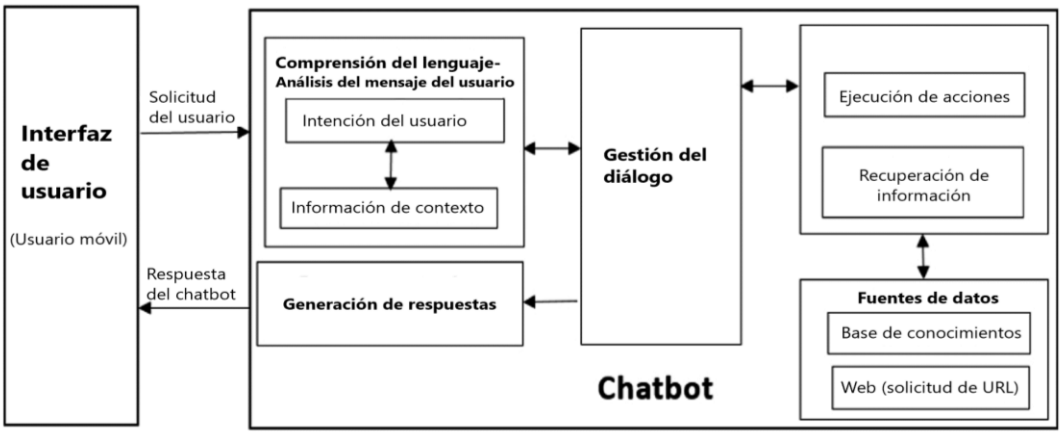
Nota. Gráfico de elaboración propia.

IV.2.6. Chatbot

Arquitectura del chatbot. La Figura 42 ilustra la arquitectura general de un chatbot, destacando los componentes esenciales y el flujo de información entre ellos.

Figura 42

Arquitectura general del chatbot



Nota. Gráfico traducido de Adamopoulou y Moussiades (2020).

En esta estructura propuesta por Adamopoulou y Moussiades (2020), la interfaz de usuario sirve como el punto de interacción inicial, donde los usuarios, a través de dispositivos móviles u otros medios, envían solicitudes al chatbot.

Una vez recibida la solicitud, el Chatbot inicia el proceso de Comprensión del lenguaje mediante el análisis del mensaje del usuario. Este análisis incluye la identificación de la intención del usuario y la extracción de la información de contexto, que es crucial para entender el significado completo del mensaje y el propósito de la interacción.

Luego, la información procesada alimenta la Gestión del diálogo, que actúa como el núcleo central del sistema, coordinando las respuestas y las acciones subsecuentes. Dependiendo del contexto y la intención identificados, la Generación de respuestas produce una salida adecuada que será enviada de vuelta al usuario.

Además, la gestión del diálogo puede desencadenar ejecución de acciones o recuperación de información. Estas acciones pueden involucrar la consulta de fuentes de datos, como bases de conocimientos internas o solicitudes a la web (por ejemplo, solicitudes de URL), para obtener la información necesaria que complementa la respuesta del chatbot.

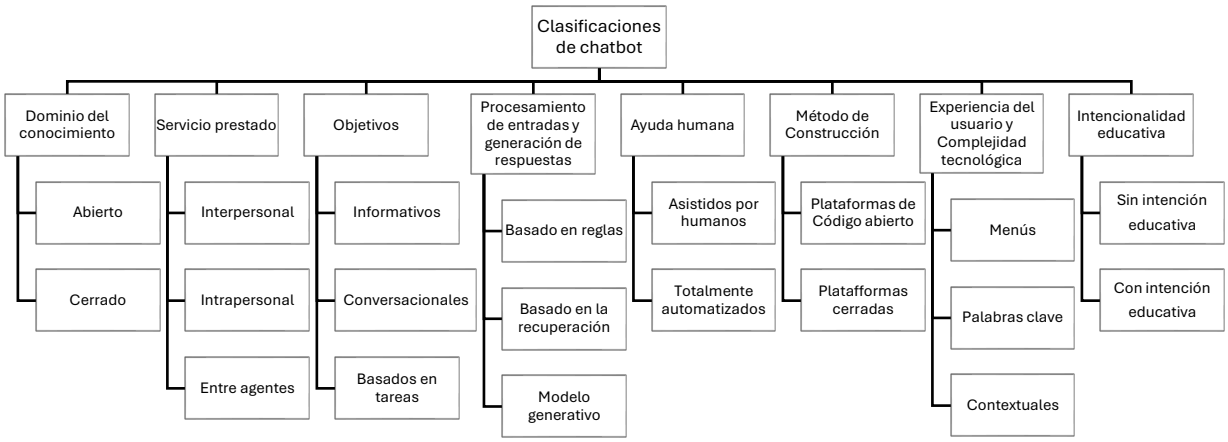
Finalmente, la respuesta generada por el chatbot es enviada de regreso a la Interfaz de usuario, completando así el ciclo de interacción. Esta arquitectura demuestra cómo un chatbot

integra diversas capas de procesamiento de lenguaje natural, manejo de diálogos, y acceso a fuentes de información para ofrecer una experiencia conversacional coherente.

Clasificación del chatbot. El diseño de un chatbot involucra diversos componentes y enfoques de integración, lo que sumado al propósito de uso da lugar a diferentes tipos de chatbots como se muestran en la Figura 43.

Figura 43

Criterios de clasificación y tipos de chatbot



Nota. Gráfico elaborado a partir de clasificaciones presentadas por Adamopoulou y Moussiades, (2020), Business Insider Intelligence (2018) y Garcia-Brustenga et al. (2018)

Adamopoulou y Moussiades (2020) presentan clasificaciones de los chatbots utilizando varios criterios. Por ejemplo, el dominio del conocimiento define si un chatbot es de dominio abierto o cerrado; el tipo de servicio ofrecido determina si es interpersonal, intrapersonal o entre agentes; y los objetivos del chatbot pueden hacer que sea informativo, conversacional basado en chat o enfocado en tareas. Además, el método de procesamiento de entradas y generación de respuestas permite clasificar los chatbots como basados en reglas, en recuperación de información o generativos. El nivel de asistencia humana es otro criterio, distinguiendo entre chatbots asistidos por humanos o totalmente automatizados. Finalmente, el

método de construcción diferencia a los chatbots de plataformas de código abierto de los de plataformas cerradas.

Es importante destacar que estas categorías no son mutuamente excluyentes, por lo que un chatbot puede pertenecer a varias de ellas simultáneamente. Además, existen otras formas de clasificación que consideran la calidad de la experiencia del usuario y la complejidad tecnológica, distinguiendo entre chatbots basados en menús, en palabras clave y contextuales, ordenados de menos avanzados a más avanzados (Business Insider Intelligence, 2018). En el contexto educativo, los chatbots también pueden clasificarse según su intencionalidad educativa: aquellos sin intencionalidad educativa asisten a los estudiantes en tareas de gestión e información académica, mientras que los clasificados con intencionalidad educativa están diseñados específicamente para facilitar el proceso de aprendizaje (García Brustenga et al., 2018).

Teniendo en cuenta la clasificación de los autores anteriores, el chatbot usado durante el primer ciclo de la investigación-acción, configurado en la plataforma Dialogflow e integrado en la aplicación Telegram puede considerarse como un chatbot cerrado, al configurarse para que el alumnado resuelva un problema matemático concreto con preguntas y respuestas predefinidas y no puede salirse de ese ámbito ni responder a otros temas; interpersonal, pues actúa como mediador en la conversación educativa entre el sistema que representa al docente y el alumnado; basado en tareas ya que su propósito principal es ayudar a completar la tarea que consiste en resolver un problema matemático guiando al alumnado paso a paso y no se centra en mantener una charla abierta ni en proporcionar información genérica; basado en reglas, porque se emplea la plataforma Dialogflow para definir reglas o intents que se asocian a respuestas predeterminadas y no se genera texto libre ni se recupera de una base de conocimiento; totalmente automatizado pues aunque es configurado por la investigadora, el bot responde sin intervención humana en tiempo real y no requiere que alguien valide sus

respuestas al interactuar con el alumnado; se construye en plataforma cerrada porque Dialogflow es propiedad de Google con un entorno de desarrollo cerrado, sin acceso al código interno de la plataforma; utiliza palabras clave, reconociendo unas frases o términos predefinidos, training phrases, aunque Dialogflow permite gestionar contextos en los que podría responder a entradas en lenguaje natural y mantener el contexto de la conversación. Por último, tiene claramente intención educativa al ser creado para apoyar el proceso de enseñanza y aprendizaje de un contenido matemático facilitando su comprensión.

Diseño del chatbot en Dialogflow. Los acciones necesarias para la configuración de un chatbot en Dialogflow son crear intenciones, agregar frases de entrenamiento y configurar respuestas. Los elementos clave que intervienen en el diseño de un chatbot destinado a ayudar al alumnado de 2º de bachillerato a resolver un problema de programación lineal en la materia de Matemáticas aplicadas a las Ciencias Sociales se muestran en la Tabla 25 y se describen a continuación a partir de la documentación oficial de Dialogflow que facilita descripciones detalladas de todos los elementos de Dialogflow[2].

Intención. Una intención es una unidad básica en Dialogflow que representa un propósito específico o una acción que el usuario desea realizar. Cada intención está diseñada para reconocer una expresión del usuario y asociarla con una respuesta o acción particular. En este caso cada intención está destinada a manejar posibles preguntas que el alumnado puede formular sobre elementos clave de los problemas de programación lineal como las variables, función objetivo, restricciones, región factible o valor óptimo de la función objetivo y de las variables asociadas. La intención identifica lo que el usuario quiere lograr con su entrada.

Frases de entrenamiento. Las frases de entrenamiento son ejemplos de expresiones que los usuarios pueden decir para activar una intención específica. Estas frases ayudan a entrenar el modelo de procesamiento del lenguaje natural de Dialogflow para que reconozca

[2] https://cloud.google.com/dialogflow#documentation

diversas formas en que un usuario puede expresar una misma intención. Por ejemplo, para la intención de obtener las variables del problema, identificada en la Tabla 25 como “Variables”, las frases de entrenamiento incluyen las siguientes expresiones " Identifica las variables", "Define las variables", "¿Cuáles son las variables?". Mientras más variadas sean las frases de entrenamiento, mejor podrá el chatbot entender y responder adecuadamente a diferentes expresiones.

Respuestas. Las respuestas son las contestaciones que el chatbot devuelve al usuario después de que se ha detectado una intención y se ha procesado la entrada. Estas respuestas pueden ser mensajes de texto, pero también pueden incluir elementos multimedia, como imágenes, botones, o enlaces, dependiendo de lo que se desee lograr en la conversación. Las respuestas están diseñadas para proporcionar la información o realizar la acción solicitada por el usuario, con base en la intención que se activó.

Tabla 25

Entradas y salidas del chatbot en Dialogflow para resolver un problema de programación lineal

	Diálogo	
Intención	**Frases de entrenamiento**	**Respuestas**
Problema	– Un ejemplo de Programación lineal – Quiero practicar problemas de Programación lineal – Pon un ejemplo de problema de Programación lineal	Te propongo el siguiente problema matemático: "Una persona tiene 15000 € para invertir en dos tipos de acciones, A y B. El tipo A tiene un interés anual del 9%, y el tipo B, del 5%. Decide invertir, como máximo, 9000 € en A, y como mínimo, 3000 € en B. Además, quiere invertir en A tanto o más que en B. ¿Cómo debe invertir los 15000 € para que el beneficio sea máximo? y ¿Cuál es ese beneficio máximo anual?
Variables	– Identifica las variables – Define las variables – ¿Cuáles son las variables?	– Hay dos variables, x e y, una referida a los euros invertidos en acciones tipo A y la otra a los euros invertidos en acciones tipo B. – x="euros invertidos en acciones tipo A", y="euros invertidos en acciones tipo B".

	Diálogo	
Intención	**Frases de entrenamiento**	**Respuestas**
Función objetivo	– ¿Cuál es la función objetivo? – Dime la función objetivo	– La función objetivo que hay que maximizar es el beneficio: f(x,y)= 0,09 x + 0,05 y – Beneficio máximo implica que la función a maximizar es: f(x,y)= 0,09 x + 0,05 y
Restricciones	– ¿Qué inecuaciones determinan la región factible? – ¿Cuáles son las restricciones del problema?	– Las restricciones son: $0 \leq x \leq 9000$, $y \geq 3000$, $x \geq y$, $x + y \leq 15000$ – Las inecuaciones son: $0 \leq x \leq 9000$, $y \geq 3000$, $x \geq y$, $x + y \leq 15000$
Región factible	– Determina la región factible – Representa la región factible – ¿Cuáles son los vértices de la RF?	– https://drive.google.com/file/d/1yTbBFZcSWh79Txl6VShNnHwkicsCZvVQ/view?usp=sharing – Los vértices de la región factible son: A (3000, 3000), B (9000, 3000), C (9000, 6000), D (7500, 7500)
F. objetivo máxima	– ¿Cuál es el beneficio máximo anual? – ¿Cuál es el valor máximo de la función objetivo?	– El beneficio anual máximo es de 1110 €. El valor de la función objetivo en los vértices de la región factible es: f (3000, 3000) = 420, f (9000, 3000) =960, f (9000, 6000) = 1110, f (7500, 7500) = 1050 – El beneficio anual máximo es de 1110 € (es el valor máximo de la función objetivo en la región factible y se alcanza en el vértice C (9000, 6000))
Soluciones variables	– ¿Cuál es el valor de las variables para que el beneficio sea máximo? – ¿Cuál es la inversión para que el beneficio sea máximo?	– Para que el beneficio sea máximo se deben invertir 9000 euros en acciones de tipo A y 6000 € en acciones tipo B. – x= 9000 € (inversión en acciones tipo A), y =6000 € (inversión en acciones tipo B)

Nota. Tabla extraída de la comunicación Chatbot para Matemáticas (Giraldo, 2022)

IV.2.7. Instrumentos de recogida de información

Diario de clase de la profesora. El diario de clase es una de las herramientas cualitativas que el docente puede utilizar para la reflexión educativa orientada tanto a la investigación como al desarrollo personal y profesional. En él se registra lo acontecido en el

aula, recogiendo también impresiones de carácter más subjetivo. El análisis de la percepción del docente permite extraer diferente información dependiendo del tipo de diario (evaluativo, etnográfico, terapéutico, reflexivo e introspectivo).

El diario de clase utilizado en la investigación es principalmente evaluativo y reflexivo en el que lo narrado permite evaluar el proceso de enseñanza-aprendizaje en el entorno virtual y reflexionar sobre la práctica docente.

En este caso el diario de clase se utiliza con un grupo de seis alumnos de 3º de ESO que cursan la materia de Matemáticas orientadas a las enseñanzas aplicadas. Se elabora dos veces por semana, registrando lo que sucede en el aula de informática y en el aula-grupo.

En la elaboración del diario de clase se tienen en cuenta las siguientes pautas (Zabalza, 2004):

- Consigna: como se pretende describir y reflexionar sobre la práctica educativa, la consigna corresponde a un diario descriptivo y reflexivo. El diario también recoge situaciones o reacciones del alumnado ante una nueva metodología adaptada a entornos virtuales de aprendizaje.
- Periodicidad: dos veces por semana.
- Duración: cinco semanas.
- Cantidad: extensión escrita suficiente para reflejar los aspectos más relevantes de la jornada.
- Contenido: referente al aula virtual (actividades interactivas, autonomía del alumnado, herramientas digitales…), comportamiento del alumnado, trabajo en el aula de grupo, etc.

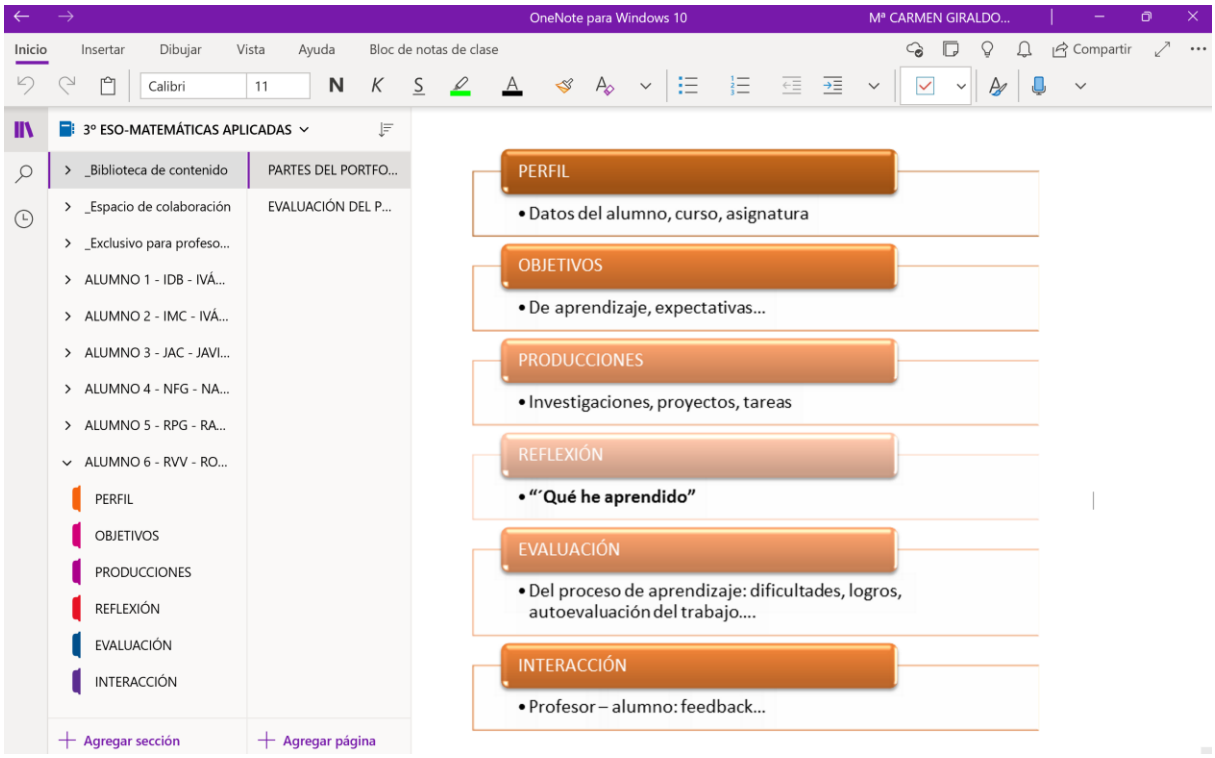
Portafolio del estudiante. El registro de las evidencias de aprendizaje del alumnado en el aula virtual se realiza a través de un portafolio. Zubizarreta (2009) define el portafolio de aprendizaje como una colección reflexiva y deliberada de trabajos del estudiante que

documentan su esfuerzo, progreso y logros, integrando reflexión, documentación y mentoría. En ese sentido el portafolio va más allá de una colección estructurada de trabajos escolares al favorecer la regulación metacognitiva por parte del estudiante que reflexiona sobre su aprendizaje, controlando y supervisando sus progresos para ajustar sus estrategias y lograr sus objetivos educativos. Sobre la versión adaptada para entornos digitales, los portafolios electrónicos, que permiten integrar multimedia, enlaces y herramientas digitales, Barrett (2007) destaca su uso para documentar el aprendizaje, evaluar el progreso y fomentar la reflexión del alumnado y distingue entre portafolios de aprendizaje, evaluación y exhibición según sea su objetivo de mejorar el aprendizaje, evaluar el rendimiento o mostrar trabajos destacados del estudiante.

Para esta investigación el portafolio de cada estudiante tiene formato digital y aunque es el alumnado quien edita su portafolio, el docente crea su estructura estableciendo las siguientes secciones: perfil, objetivos, producciones, reflexión, evaluación e interacción como se muestra en la Figura 44. Utiliza para ello la aplicación Class Notebook de Microsof que además de integrar los portafolios de cada estudiante contine dos secciones solamente gestionadas por el docente que son la biblioteca de contenido en la que puede aportar materiales educativos para el alumnado y el espacio exclusivo para profesores donde organiza sus recursos para la docencia. Además, hay un espacio de colaboración que permite la interacción de todo el grupo de estudiantes y del docente. Las características más destacadas de esta aplicación son su interactividad permitiendo incluir vídeos, imágenes, grabaciones de audio, anotaciones e hipervínculos y herramientas de dibujo; la opción de distribución rápida de tareas con la que el docente puede asignar páginas y secciones a uno o varios estudiantes y al grupo entero para reforzar, ampliar o complementar los recursos de aprendizaje y la posibilidad de agilizar la revisión y retroalimentación accediendo a cada cuaderno o portafolio digital del alumnado desde un mismo espacio.

Figura 44

Estructura del portafolio digital del alumnado



Nota. Captura de pantalla realizada en Microsoft OneNote

Cuestionario SELFIE. SELFIE es una herramienta en línea desarrollada por una Comisión Europea de expertos en Educación para la autorreflexión de los centros educativos sobre el uso de las tecnologías digitales. El objetivo es ayudar a los centros a detectar áreas de mejora en la integración de las tecnologías digitales en los procesos de enseñanza y aprendizaje. A través de tres cuestionarios anónimos, destinados al equipo directivo, profesorado y alumnado, se recogen sus opiniones y se analizan e identifican fortalezas y debilidades para diseñar un plan de mejora. La herramienta SELFIE se aplica en el curso escolar 2019-2020 para autoevaluar los procesos de digitalización del IES Los Valles y se continúa con su aplicación bienal para evaluar los cambios producidos.

Áreas del cuestionario SELFIE. En el cuestionario las preguntas se clasifican en seis áreas: Liderazgo, Infraestructura y Equipos, Desarrollo Profesional Continuo, Enseñanza y

Aprendizaje, Prácticas de Evaluación y Competencias Digitales del Alumnado. Además de las seis áreas principales se consideran otras seis complementarias: Adopción de la tecnología, Factores que limitan el uso de las tecnologías, Seguridad al utilizar la tecnología, Porcentaje de tiempo, Uso de la tecnología y Utilidad de las actividades de DPC.

Descripción de las áreas principales

Cada área principal se centraba en unos determinados aspectos como se describe a continuación:

- ***Liderazgo***. Esta área se enfoca en el rol del liderazgo para incorporar tecnologías digitales de manera efectiva en el entorno educativo, promoviendo su utilización para mejorar la enseñanza y el aprendizaje en la institución.
- ***Infraestructura y equipamiento***. Esta área se centra en garantizar la disponibilidad de una infraestructura tecnológica adecuada, confiable y segura, incluyendo equipos, software, recursos en línea, conectividad a internet, soporte técnico y espacio físico. Estos elementos son fundamentales para habilitar prácticas educativas innovadoras.
- ***Desarrollo profesional continuo*.** Esta área analiza si la institución promueve y apoya el desarrollo profesional continuo de su personal en todos los niveles, invirtiendo en programas y recursos para este fin. Este enfoque puede potenciar la adopción de nuevos enfoques pedagógicos basados en tecnología para mejorar los resultados de aprendizaje.
- ***Enseñanza y aprendizaje***. Esta área se compone de dos partes referidas a las competencias digitales del profesorado y a las prácticas aplicadas. La primera parte, centrada en las competencias digitales del profesorado, aborda el uso de tecnologías digitales para favorecer un aprendizaje más efectivo, lo cual implica fortalecer dichas competencias en los docentes. La segunda parte, enfocada en las prácticas aplicadas, también promueve un aprendizaje eficaz mediante herramientas digitales, pero pone el

acento en la necesidad de actualizar y renovar las metodologías de enseñanza y aprendizaje.

- ***Prácticas de evaluación***. Esta área explora alternativas a la evaluación tradicional, promoviendo prácticas más centradas en el alumno, personalizadas y realistas, apoyadas en herramientas tecnológicas para una evaluación más completa y efectiva.
- ***Competencias digitales del alumnado***. Esta área se refiere al conjunto de capacidades, conocimientos y actitudes que permiten a los estudiantes utilizar las tecnologías digitales de manera segura, creativa y crítica en su proceso de aprendizaje.

Descripción de las áreas secundarias

Se detallan a continuación los aspectos en los que se centraban cada una de las áreas secundarias:

- ***Factores que limitan el uso de las tecnologías***. Esta área se refiere a identificar los factores que pueden obstaculizar el uso efectivo de las tecnologías digitales en la enseñanza y el aprendizaje.
- ***Utilidad de las actividades de DPC***. Esta área examina la percepción del profesorado sobre la utilidad de las actividades de Desarrollo Profesional Continuo (DPC) en las que han participado en el último año.
- ***Seguridad al utilizar la tecnología***. Se evalúa el nivel de competencia y confianza del profesorado en el manejo seguro de las tecnologías digitales para diversas tareas.
- ***Porcentaje de tiempo***. Esta área investiga la proporción del tiempo de enseñanza que el profesorado ha dedicado al uso de tecnologías digitales en los últimos tres meses.
- ***Adopción de la tecnología***. Se analiza el enfoque que tanto el profesorado como los equipos directivos de la institución educativa tienen hacia la integración de las tecnologías digitales en la enseñanza y el aprendizaje.

- ***Uso de la tecnología***. Se examina cómo los estudiantes utilizan las tecnologías dentro y fuera del entorno educativo para apoyar su proceso de aprendizaje.

Preguntas del cuestionario SELFIE. Las preguntas de los cuestionarios SELFIE pueden verse en el Anexo F. Las seleccionadas para integrar en el cuestionario de cada perfil fueron las básicas para cada área y las que fueron excluidas, de carácter opcional (en color verde en el Anexo F) no se consideraban imprescindibles para el estudio.

Las preguntas se identifican a través de un código alfanumérico, en el que la letra indica el área en la que se incluye la pregunta y el número, el orden dentro del área. Además, los enunciados de las preguntas correspondientes a cada área están adaptados a cada grupo destinatario (equipo directivo, profesorado y alumnado) lo que ofrece mayor claridad y comprensión. Para las respuestas, se utilizaron varias escalas distintas, aunque la escala mayoritaria fue de cinco puntos, siendo 1 la puntuación más baja y 5 la más alta.

Adecuación del instrumento. El cuestionario SELFIE, desarrollado por la Comisión Europea y validado con expertos en educación y tecnología, garantiza una validez de contenido y criterio demostrada en múltiples contextos europeos; su fiabilidad se sustenta en coherencia interna, estabilidad temporal y resultados anónimos que facilitan la interpretación institucional. También ofrece un lenguaje claro y adaptado a alumnado, profesorado y directivos en diversos idiomas, con escalas Likert que permiten hacer comparaciones y autodiagnóstico. Ha sido pilotado en 650 centros europeos con 67 000 participantes (European Commission, 2024) y sigue estándares éticos garantizando el anonimato y confidencialidad de los participantes, cumpliendo con la normativa europea de protección de datos. Además, presenta una sólida fundamentación teórica basándose en el marco DigCompOrg, consolidado para la transformación digital en organizaciones educativas. Cuenta con documentación y soporte institucional de la Comisión Europea, es gratuito y fácil de implementar en formato digital y

con posibilidad de personalizar algunas preguntas y de integrarlo en el calendario del centro para responder a sus necesidades específicas.

Guion para discusión grupal. Una vez configurado el chatbot, se pone a disposición del alumnado de 2º de Bachillerato en la materia de Matemáticas aplicadas a las ciencias sociales, para que puedan utilizarlo como guía en la resolución de un problema matemático de programación lineal. La tarea que realizaron en sus casas se comenta posteriormente en el aula, intercambiando también impresiones sobre el chatbot. Con el objetivo de recoger la valoración del alumnado sobre el uso del chatbot se planifica la discusión grupal a través del guion de la Tabla 26. Se estima una duración de 15 minutos aproximadamente y el rol de la docente-investigadora será el de moderadora, encargada de guiar y estructurar el diálogo entre los participantes.

Tabla 26

Guion para discusión grupal sobre el uso del chatbot

Etapas	**Acciones**
Entrada	Presentar el objetivo: mejorar el chatbot para apoyar el aprendizaje de las matemáticas. Aclarar la voluntariedad de la participación. Solicitar el consentimiento para tomar notas de manera anónima.
Desarrollo	Percepción general: ¿Qué les pareció trabajar con el chatbot? Utilidad y aprendizaje: ¿Creen que el chatbot les ayudó en la tarea? Interacción y motivación: ¿Fue una experiencia interesante o diferente? ¿Por qué? Dificultades: ¿Tuvieron algún problema al usar el chatbot? Propuestas de mejora: ¿Qué mejorarían del chatbot?
Cierre	Preguntar si quieren agregar algo más Señalar la importancia de las aportaciones del alumnado para mejorar la herramienta Agradecer su participación

IV.3. Fase de acción del ciclo I

IV.3.1. Participantes

La Tabla 27 muestra las características de los participantes en las diferentes acciones que se desarrollaron en el periodo correspondiente al primer ciclo de la investigación.

Tabla 27

Características de los participantes en las acciones referidas al período entre 2018-2019 y 2020-2021

Ámbitos	Acciones	Participantes	Número-Porcentaje	Características
Centro	Evaluación con SELFIE	Equipo directivo	3-100%	Cargos: directora, jefe de estudios y secretaria
		Profesorado	17-94%	Con una antigüedad mínima en el centro de un año
		Alumnado	105-96%	De 1º a 4º de ESO
Profesorado	Formación interna	Profesorado	>50 %	Pertenecen al IES Los Valles
Alumnado	Curso en aula virtual	Alumnado	6-100%	Cursan Matemáticas orientadas a las enseñanzas aplicadas de 3º de ESO
	Actividad con chatbot	Alumnado	2-100%	Cursan Matemáticas aplicadas a las Ciencias Sociales de 2º de Bachillerato

IV.3.2. Calendario de aplicación

El periodo en que se aplicó cada uno de los instrumentos de recogida de datos durante el primer ciclo de investigación-acción se muestra en la Tabla 28.

Tabla 28

Periodos de recogida de datos en el ciclo I de la investigación

Instrumento de recogida de datos	Periodo
Portafolio del alumnado	Curso escolar 2018-2019
Diario de clase	Del 25-02-2019 al 27-03-2019
Cuestionario SELFIE	Del 21-02-2020 al 12-03-2020

Instrumento de recogida de datos	Periodo
Chatbot configurado en Dialogflow e integrado en Telegram	Del 4-12-2020 al 9-12-2020
Memoria del plan de centro de formación del profesorado	Del 2016-2017 al 2019-2020

IV.3.3. Implementaciones en el ciclo I

Implementación del aula virtual. El aula virtual para la materia de matemáticas orientadas a las enseñanzas aplicadas de 3º de ESO se diseñó y desarrolló antes del inicio del curso 2018-2019. Aunque inicialmente la intención era combinar el modelo de enseñanza presencial con el virtual de forma que el alumnado utilizase el curso virtual de la plataforma Moodle en sus casas como complemento de los procesos educativos presenciales, finalmente se optó por fomentar el uso del entorno virtual desde la presencialidad para que el alumnado se acostumbrase a utilizarlo con frecuencia y lo percibiese como medio importante para su aprendizaje. Esta decisión se tomó tras establecer un perfil del alumnado basado en la experiencia de la investigadora como docente y las dificultades previas mostradas por los cuatro alumnos y las dos alumnas que formaban el grupo-materia. En concreto, las dos terceras partes de este grupo tenía las matemáticas pendientes del curso anterior y mostraba bajo interés y escasa motivación hacia la materia, falta de hábitos adecuados de estudio, escasa iniciativa y baja autonomía, con actitudes pasivas, poca constancia e implicación y autoestima académica baja. Ante esta situación la profesora aportó tanto en el aula presencial como virtual refuerzo continuo y adaptado al ritmo de aprendizaje de cada estudiante, apoyo para la mejora de técnicas de estudio y organización personal, actividades motivadoras y contextualizadas, supervisión y acompañamiento cercano para fomentar progresivamente la autonomía y refuerzo positivo para aumentar la confianza y la implicación en la materia. En el Anexo D pueden verse imágenes del curso para Matemáticas orientadas a las enseñanzas aplicadas de 3º de ESO desarrollado e implementado en la plataforma Moodle del centro educativo.

Implementación del plan de formación del profesorado. Con el propósito de afianzar el sentido de comunidad y pertenencia a un colectivo comprometido con la innovación tecnológica y pedagógica y el desarrollo profesional docente, la investigadora fomenta las actividades formativas del plan de centro implicándose directamente a través de ponencias, coordinando grupos de trabajo y participando activamente en la detección de necesidades formativas y en la planificación, desarrollo y evaluación del plan de formación.

Las actividades formativas implementadas en el primer plan de cuatro años se muestran en la Tabla 29 junto con su categorización según los objetivos y contenidos de cada actividad.

Tabla 29

Categorización de actividades formativas

Categorías	**Código-Título**
Tecnologías educativas	C1-Herramientas TIC I
	C2-Enseñar con TIC
	C3-Impresión 3D
	C4-Office 365
	C5-Edición de vídeo
	S1-Software de Tecnología
	S2-EVA Moodle
	S3-Programación placa Arduino
	S4-Contenidos digitales
Metodologías activas	S5-Arte y Matemáticas
Atención a la diversidad	G1-Protocolos educativos. Transexualidad
	G2-Alumnado de altas capacidades
Convivencia	S6-Prevención de la violencia escolar
Patrimonio y entorno	C6-El arte románico en Zamora
Desarrollo sostenible	S7-La cara oculta de la mala alimentación
Fomento de la lectura	G3-Dinamizando el plan de lectura
	G4-Dinamización del plan de lectura

Nota. El código alfanumérico asociado a cada actividad se compone de las letras C, S o G para indicar si la modalidad de la actividad es curso, seminario o grupo de trabajo respectivamente y un número de orden para cada modalidad.

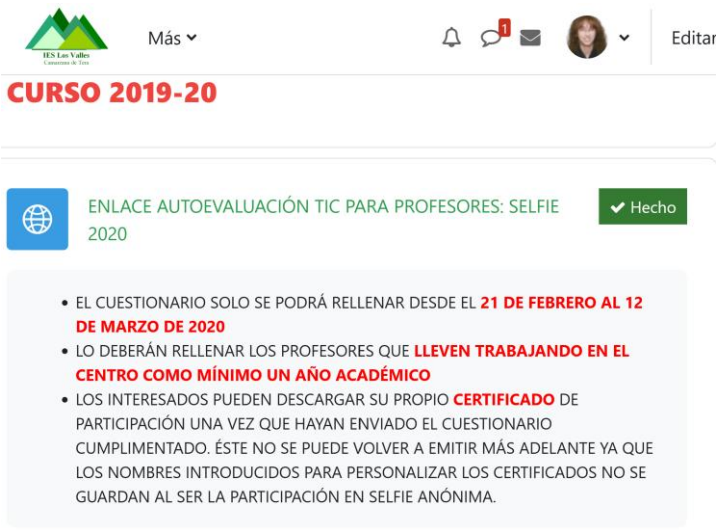
Los intereses del profesorado reflejados en la oferta formativa del centro se inclinan hacia las tecnologías educativas, lo que se alinea con la estrategia de digitalización del centro educativo.

Implementación del cuestionario SELFIE. La herramienta de evaluación SELFIE se aplicó durante el periodo de 21 días entre el 21 de febrero y el 12 de marzo de 2020 seleccionado por la investigadora en la página web oficial de la Unión Europea que aloja el cuestionario SELFIE[3]. El acceso se realizó a través de una cuenta asociada al IES Los Valles, gestionada por la directora-investigadora. Tras concretar las fechas, el número máximo de destinatarios con roles de equipo directivo, profesorado y alumnado perteneciente el nivel de secundaria y las preguntas del cuestionario, la aplicación generó tres enlaces, uno para cada grupo destinatario. El profesorado del centro educativo fue informado a través de una reunión de claustro y el enlace dirigido al grupo de docentes se distribuyó a través de la sala de profesores virtual de la plataforma Moodle del centro (Figura 45), el equipo directivo accedió desde su correo electrónico institucional y el enlace de acceso al cuestionario para el alumnado se facilitó a través de la página web del IES Los Valles dentro de una sección llamada SELFIE habilitada durante la aplicación de la herramienta. La cumplimentación del cuestionario por parte de los estudiantes se produjo durante una sesión de tutoría de 50 minutos de duración, en las aulas de informática o audiovisuales bajo la supervisión del tutor responsable del grupo.

Figura 45

Información al profesorado y distribución del enlace al cuestionario SELFIE

[3] https://education.ec.europa.eu/es/selfie

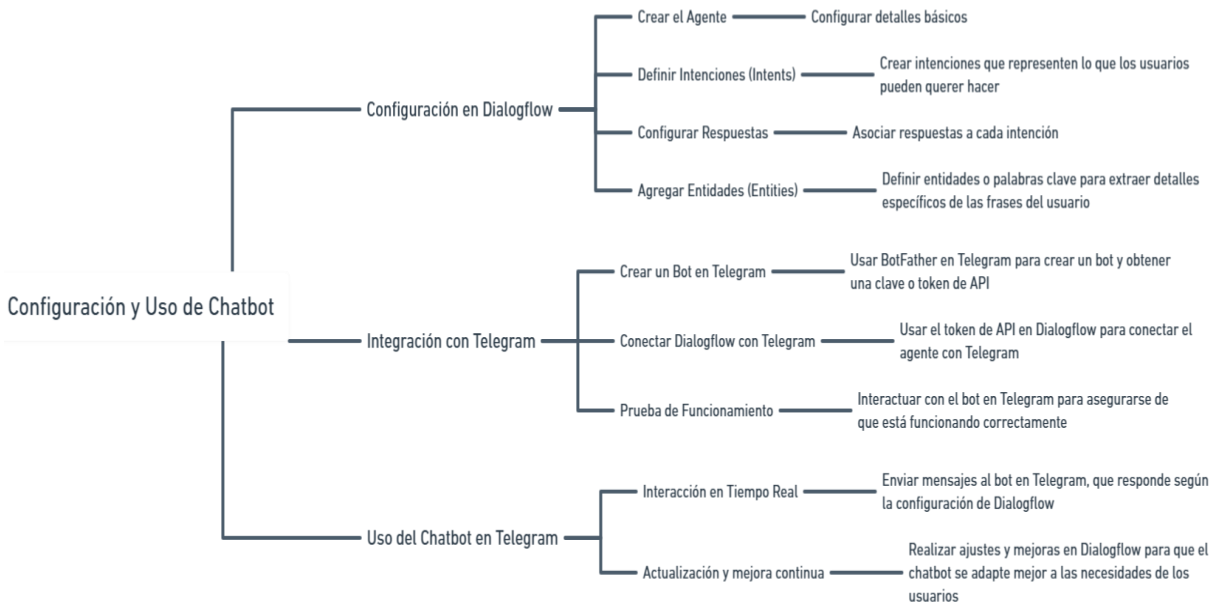


Nota. Captura de pantalla realizada en la sala de profesores virtual Moodle del IES Los Valles

Implementación del chatbot. La Figura 46 muestra las fases necesarias para la implementación del chatbot, desde su configuración en Dialogflow e integración en Telegram hasta su uso a través de un dispositivo móvil.

Figura 46

Fases para la implementación del chatbot



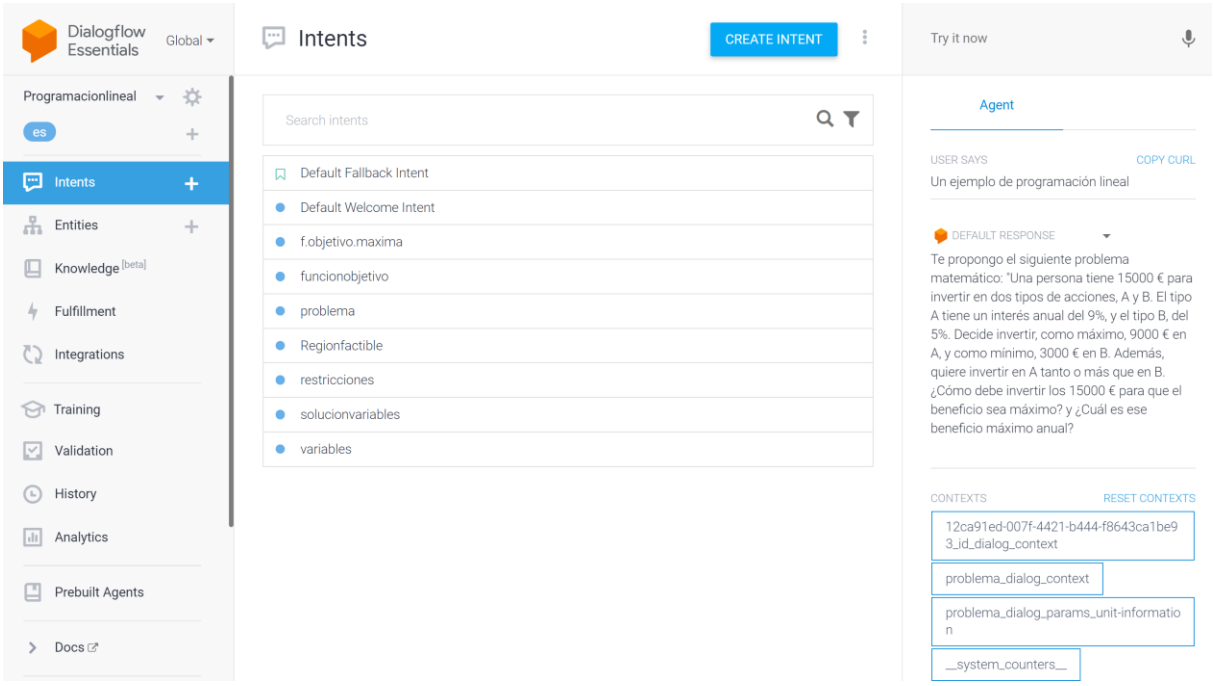
Nota. Gráfico de elaboración propia.

Configuración del chatbot en Dialogflow. La configuración de un chatbot en Dialogflow implica varios pasos fundamentales. En primer lugar, se debe crear un nuevo agente, que actúa como la base funcional del chatbot. Posteriormente, se definen las intenciones, que representan las posibles acciones o respuestas que el usuario podría requerir. Para cada intención, se proporcionan frases de entrenamiento que simulan las diversas formas en que los usuarios podrían expresar dicha intención. Luego, se configuran las respuestas asociadas a cada intención, que constituyen los mensajes generados por el chatbot en función de las intenciones detectadas. Finalmente, se incorporan entidades, que permiten al chatbot identificar y extraer información específica de las frases del usuario, facilitando así una personalización más precisa en las respuestas generadas.

La Figura 47 muestra la consola de configuración de Dialogflow que se divide en tres espacios principales para diseñar, probar y gestionar el chatbot de manera intuitiva.

Figura 47

Consola de configuración de Dialogflow



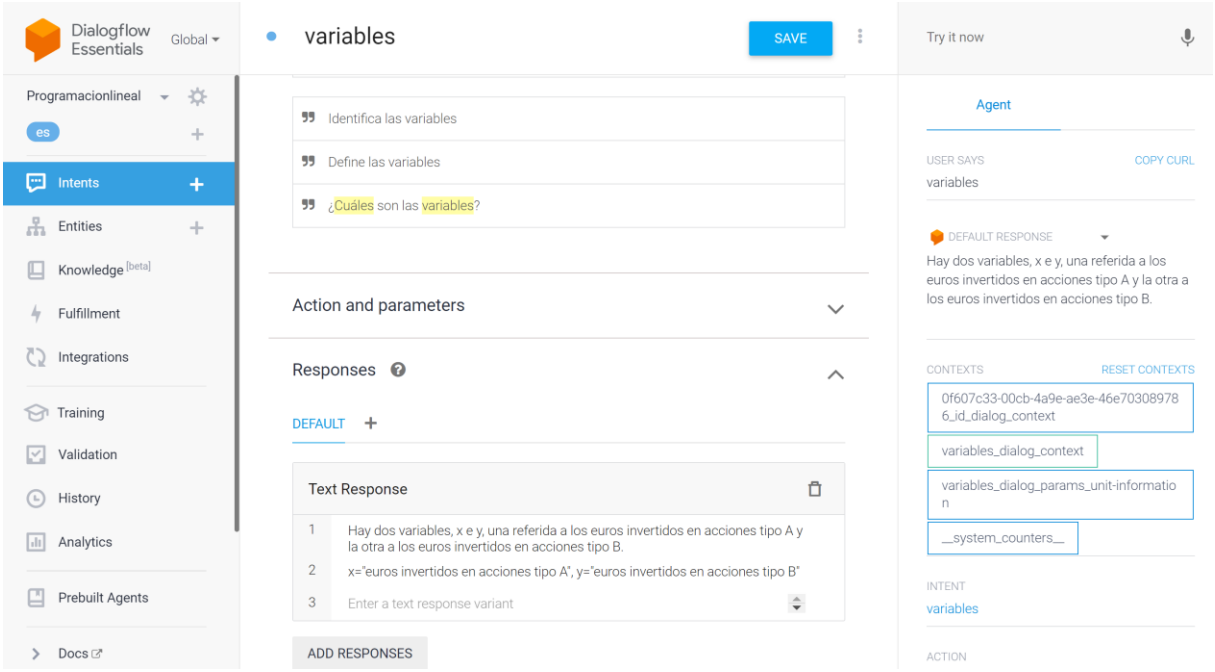
Nota. Captura de pantalla realizada en la plataforma Dialogflow

El menú de la izquierda en la consola de Dialogflow es donde se organiza y estructura todo tu proyecto. Da acceso a diferentes secciones esenciales para la construcción y gestión del chatbot. Desde las "Intents" y "Entities", donde se define cómo debe reaccionar el chatbot ante diversas entradas de usuario hasta opciones avanzadas como "Fulfillment" para integraciones con servicios externos e "Integrations" para conectar el bot con plataformas de mensajería como por ejemplo Telegram o Facebook Messenger, y "Analytics" para analizar el rendimiento del agente o asistente virtual que se está configurando. Cada sección del menú guía en diferentes aspectos del desarrollo, proporcionando un acceso rápido y organizado a todas las funcionalidades necesarias para crear un chatbot.

La zona central de trabajo es el área principal donde se lleva a cabo la configuración y edición de los elementos seleccionados en el menú de la izquierda. Es donde se puede definir y ajustar las intenciones (Intents) del chatbot, agregar frases de entrenamiento, configurar respuestas, y gestionar entidades (Entities), palabras o frases clave, para mejorar la comprensión del contexto por parte del bot. Dependiendo de la sección en la que se esté trabajando, esta área proporcionará todas las herramientas necesarias para personalizar el comportamiento del chatbot. Es en esta zona donde realmente se construye la lógica que dictará cómo el agente interactúa con los usuarios (Figura 48).

Figura 48

Creación de un intento en Dialogflow



Nota. Captura de pantalla realizada en la plataforma Dialogflow

En la parte derecha de la consola se encuentra la ventana de prueba, una herramienta interactiva que permite evaluar en tiempo real cómo responde el chatbot a las entradas de usuario. Se pueden introducir frases como lo haría un usuario y observar cómo el chatbot procesa la información, detecta intenciones, extrae entidades y genera respuestas. Esta sección es crucial para la depuración y afinamiento del chatbot, ya que muestra detalles sobre el procesamiento interno y permite hacer ajustes rápidos para mejorar la precisión y efectividad de las interacciones del bot.

Integración del chatbot con Telegram. La integración de un chatbot con Telegram requiere también varios pasos. Primero, se debe crear un bot en Telegram utilizando el BotFather, un bot específico de Telegram que proporciona un token de API. Este token sirve como un identificador único que permite la comunicación entre el chatbot de Dialogflow y Telegram. A continuación, en Dialogflow, se accede a la sección de Integraciones, se selecciona Telegram y se introduce el token de API recibido del BotFather. Este proceso establece la conexión entre el agente de Dialogflow y el bot en Telegram. Finalmente, se

procede a realizar una prueba de funcionamiento abriendo Telegram, buscando el bot creado e interactuando con él para verificar que responde adecuadamente conforme a las intenciones y respuestas configuradas en Dialogflow.

Uso del chatbot en Telegram. El uso del chatbot en Telegram implica dos componentes principales. En primer lugar, la interacción en tiempo real permite al alumnado enviar mensajes al bot en Telegram, el cual procesa cada entrada para identificar la intención del usuario y responder conforme a las configuraciones establecidas en Dialogflow. En segundo lugar, se facilita la actualización y mejora continua del chatbot, ya que es posible modificar o añadir nuevas intenciones, frases de entrenamiento o respuestas en Dialogflow en cualquier momento. Estas modificaciones se sincronizan inmediatamente con Telegram, permitiendo que el chatbot se ajuste y evolucione según las necesidades de los usuarios.

- **Experiencia educativa**. Tras la puesta a punto del chatbot, la investigadora-docente propuso una actividad a sus dos alumnas de 2º de Bachillerato del IES Los Valles que cursaban la asignatura de Matemáticas aplicadas a las Ciencias Sociales II. La tarea consistía en resolver el problema de programación lineal siguiente:

  Una persona tiene 15000 € para invertir en dos tipos de acciones, A y B. El tipo A tiene un interés anual del 9%, y el tipo B, del 5%. Decide invertir, como máximo, 9000 € en A, y como mínimo, 3000 € en B. Además, quiere invertir en A tanto o más que en B. ¿Cómo debe invertir los 15000 € para que el beneficio sea máximo? y ¿Cuál es ese beneficio máximo anual? (Calculo.cc, 2012, p. 11)

La profesora comentó previamente en el aula el funcionamiento del chatbot con la posibilidad de interactuar con él con lenguaje natural o palabras clave asociadas a los procesos esenciales para resolver problemas matemáticos de formular, emplear e interpretar según el marco de PISA (2015). En este caso, en problemas de programación lineal en los que se busca optimizar una función objetivo sujeta a ciertas restricciones expresadas mediante inecuaciones

lineales, los procedimientos de resolución explicados previamente en el aula fueron identificar las variables del problema, definir la función objetivo o expresión matemática que se pretende maximizar o minimizar según el contexto, establecer las restricciones que limitan las posibles soluciones, representar gráficamente las restricciones y determinar la región de soluciones factibles y valorar la función objetivo en los vértices de la región factible para encontrar la solución optimizada.

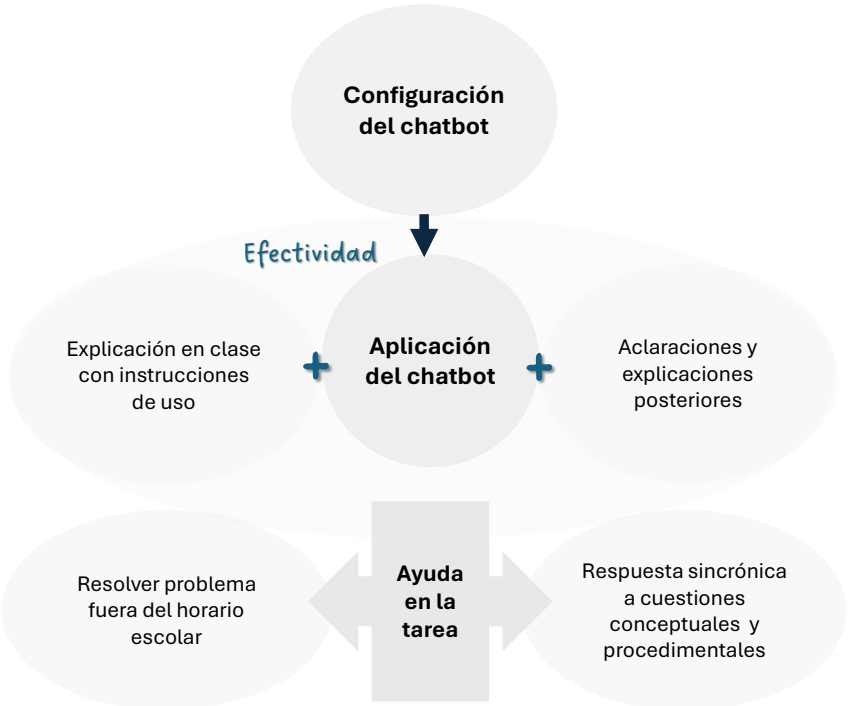
Las alumnas resolvieron el problema en sus casas a través de la interacción con el chatbot en el grupo de Telegram desde sus dispositivos móviles. La ayuda del chatbot no consistía en proporcionarles directamente el problema resuelto, sino en responder a las preguntas que las alumnas podían formularle según lo necesitasen referidas a variables, función objetivo, región factible o valor óptimo de función objetivo y de variables asociadas. De esta forma, estructurando el problema en pequeñas partes, se facilitaba su comprensión y el repaso de conceptos y procedimientos de programación lineal.

Posteriormente, en el aula presencial, la profesora respondió a dudas relacionadas con la obtención de los vértices de la región factible y que el chabot no pudo aclarar suficientemente dadas sus limitaciones de configuración. Además las alumnas hicieron una valoración general de la experiencia, exponiendo sus dificultades y propuestas de mejora.

Esta experiencia educativa con el chatbot se sintetiza en la Figura 49.

Figura 49

Experiencia educativa con el chatbot integrado en Telegram



Nota. Gráfico de elaboración propia.

IV.4. Fase de observación del ciclo I

Las acciones emprendidas en el primer ciclo de la investigación-acción abarcaron tres ámbitos: alumnado, profesorado y centro educativo. Las acciones referidas al alumnado se centraron en la aplicación de un entorno virtual de aprendizaje y de un chatbot para matemáticas en los niveles de 3º de ESO y 2º de Bachillerato respectivamente y para observar la interacción en el entorno virtual se recurrió al diario de clase de la profesora y al portafolio de aprendizaje del alumnado. En el ámbito del profesorado, se analizó la oferta de actividades dentro del plan interno de formación del profesorado y en el ámbito del centro se trataron los resultados del cuestionario de evaluación SELFIE cumplimentado por parte de la comunidad educativa.

IV.4.1. Análisis del diario de clase de la profesora

Las informaciones que se extraen del diario para su posterior análisis son las siguientes (Zabalza, 2004):

- Impresión general del contenido del diario
- Análisis de los patrones o aspectos redundantes
- Identificación de los puntos temáticos
- Análisis cualitativo de los elementos explícitos e implícitos
- Identificación de los dilemas profesionales

Impresión general del contenido. En el diario se ponen de manifiesto diferentes aspectos que preocupan o interesan a la profesora:

El cambio metodológico basado en el uso de entornos virtuales de aprendizaje combinado con una metodología más tradicional en el aula supone la introducción paulatina de nuevos procedimientos de los que pretende ver su eficacia.

La constatación de que las mismas estrategias o recursos no permiten obtener los mismos beneficios para todo el alumnado, sino que cada uno requiere de una intervención que se adapta a sus necesidades y estilos de aprendizaje.

La influencia de la motivación y el comportamiento en el rendimiento del alumnado y el efecto contagio de la desgana y apatía entre el alumnado.

El déficit de autonomía, búsqueda de soluciones o interés por una presentación de contenidos cuidadosa y elaborada y el escaso estudio en sus casas del alumnado con dificultades en la materia de Matemáticas.

Análisis de los patrones o aspectos redundantes. Los aspectos redundantes del diario se refieren al impacto sobre el alumnado de la metodología basada en el uso del entorno virtual Moodle y la identificación de elementos que inciden en su aprendizaje favoreciéndolo o perjudicándolo.

Identificación de los puntos temáticos. Se identifica cada sesión del diario con el código alfanumérico compuesto por la letra S seguida del número de sesión y plantean los puntos temáticos para cada sesión:

S1: Procedimiento para evidenciar el trabajo del alumno en el aula virtual

S2: Observación entre docentes y actividad ludificada

S3: Trabajo individual y grupal y evaluación con rúbricas

S4: Relaciones entre estudiantes e influencia en su aprendizaje

S5: Selección de distintos recursos para atender a la diversidad

S6: Evaluación con cuestionarios online en el aula virtual

S7: Metodología en el aula grupo y dificultad procedimental en la asignatura de Matemáticas

S8: Influencia del comportamiento del alumnado en su aprendizaje

S9: Metodología basada en entornos virtuales de aprendizaje (EVA). Influencia de la ratio de clase en la atención personalizada al alumnado

S10: Importancia del estudio en casa para la consolidación del aprendizaje. Comparación entre los procedimientos propios utilizados en el aula y los de otro docente de un IES de Portugal.

Análisis cualitativo de los elementos explícitos e implícitos del diario. En la Tabla 30 se recogen observaciones y focos temáticos tratados en las diez sesiones del diario docente (Anexo E).

Tabla 30

Focos temáticos y observaciones del diario docente

Sesión	Focos temáticos y Observaciones
S1	– Sistematización del acceso al aula virtual – Procedimiento de trabajo en el aula
S2	– Ludificación sobre sucesiones: interés del alumnado – Proyecto de Observación-acción entre docentes – Uso de diferentes herramientas digitales por parte del docente
S3	– Tarea de investigación sobre serie de Fibonacci

Sesión	Focos temáticos y Observaciones
	○ Uso de cuaderno digital ○ Herramienta de evaluación: rúbrica ○ Creatividad en la presentación ○ Información previa sobre criterios de evaluación al alumno ○ Elección de los alumnos de herramienta novedosa para la presentación ○ Necesidad de aclaraciones sobre el manejo de herramienta de presentación ○ Alumnos que eligen y prueban herramientas sin conocer su funcionamiento, no buscan tutoriales, piden ayuda al docente. ○ Mejora docente: guiar el trabajo desde el inicio planteando preguntas concretas. ○ Mejora del aprendizaje del alumnado: Se detecta que es necesario mejorar la expresión oral del alumnado, la organización y el trabajo en equipo y la creación original de contenido (sin plagios).
S4	– Comportamiento infantil – Posibles causas del empeoramiento de los resultados: dificultad de los contenidos de Álgebra, no continuidad en los estudios y realización de pocas actividades prácticas de repaso (hábitos de estudio), falta de motivación e interés. – Influencia en el aprendizaje de la relación entre los alumnos
S5	– Trabajo inicial en el aula virtual en un espacio presencial controlado para normalizar el cambio metodológico ○ Proporcionar recursos de diferentes tipos para la atención a los diferentes estilos de aprendizaje (vídeos, fichas de trabajo…) ○ Tareas opcionales y obligatorias. ○ Observación: los alumnos prefieren las actividades interactivas a otros tipos de actividades más complejas como resúmenes ○ Mejora: Proponer resúmenes interactivos y revisar la asignación de opcionalidad en las tareas.
S6	– Ventajas e inconvenientes de los cuestionarios ○ Ventajas: corrección automática y retroalimentación inmediata ○ Inconvenientes: elaboración laboriosa, no informan del proceso de resolución, No aportan suficiente información para detectar dificultades.

Sesión	Focos temáticos y Observaciones
	– Diseño de tareas: atención al tipo de alumnado con dificultades – Mejoras: combinar actividades interactivas con actividades de tipo procedimental
S7	– Preferencia de trabajo de los alumnos en el aula de informática o los alumnos no atienden a las aclaraciones generales porque consideran que sus dudas ya han sido resueltas. o Los alumnos comenten el mismo error (sistematización sin comprensión), falta de escucha activa o Se trabaja la expresión oral de forma presencial en el aula del grupo
S8	– Actitud pasiva de alumnado reacio al cambio metodológico o Mejora: comunicación asertiva
S9	– Influencia negativa de un comportamiento inadecuado en clase sobre el aprendizaje
S10	– Estrategia docente: deberes para mantener la constancia en el trabajo. Respuesta inadecuada del alumnado con dificultades – Desgana de los alumnos ante la repetición de contenidos – Alumnado de bachillerato responde mejor a tiempos de explicación más prolongados

En la Tabla 31 se resumen los temas recurrentes y relevantes del diario docente.

Tabla 31

Temas recurrentes en el diario docente

Tema	Aspectos recurrentes en el diario docente
Uso de herramientas digitales	– Acceso y sistematización del aula virtual (S1, S5) – Gamificación y aplicaciones específicas (S2) – Cuaderno digital y herramientas de presentación elegidas por el alumnado (S3) – Cuestionarios digitales (S6)

Tema	Aspectos recurrentes en el diario docente
Metodología y diseño de actividades	– Cambio metodológico y normalización de espacios híbridos o virtuales (S1, S5) – Tareas de investigación y proyectos (serie de Fibonacci, observación-acción) (S2, S3) – Gamificación frente a tareas más tradicionales (S2, S5) – Diseño de cuestionarios y combinación de actividades interactivas y procedimentales (S6)
Evaluación del aprendizaje del alumnado	– Uso de rúbricas y comunicación previa de criterios (S3) – Retroalimentación inmediata frente a limitaciones de diagnóstico en cuestionarios (S6) – Deberes como estrategia de constancia y respuesta del alumnado (S10)
4. Aprendizaje del alumnado	– Creatividad y originalidad en contenidos (S3) – Expresión oral, trabajo en equipo y organización (S3, S7) – Hábitos de estudio, motivación e interés (S4, S10)
5. Actitudes y comportamientos	– Resistencia o pasividad ante cambios metodológicos (S8) – Comportamientos inadecuados que afectan el aprendizaje (S4, S9) – Falta de escucha activa y autocorrección de errores (S7)
6. Mejoras y propuestas docentes	– Guías más estructuradas desde el inicio (S3) – Comunicación asertiva y reforzamiento de motivación (S8, S10) – Ajuste de opcionalidad y apoyo a estilos de aprendizaje diversos (S5) – Atención a alumnado con dificultades específicas (S6, S10)

Se extraen a continuación aspectos educativos relevantes del diario respaldados por las afirmaciones de la docente-investigadora que figuran en el anexo E y codificados con la letra E y un número de orden.

- E1: Uso del cuaderno digital como herramienta de trabajo
    - "[…] abren su cuaderno digital porque saben que deben incorporar en él las evidencias de su trabajo" (S1)

- E2: Tipo de actividades y recursos del aula virtual: actividades interactivas, ludificadas, vídeos explicativos, páginas web, etc.
    - "[…] muestren las actividades interactivas que han realizado con la puntuación obtenida, los vídeos explicativos que han visto o las páginas web visitadas" (S1)
    - "[…] tratando de incorporar a mi labor educativa recursos como vídeos, actividades interactivas, plataformas en pro de mejorar el aprendizaje de nuestro alumnado nativo digital y contextualizar la enseñanza a esta época digital" (S2)
    - La tarea propuesta a los alumnos tiene una narrativa basada en una película de ciencia ficción (Divergente) […]. Se plantea a los alumnos el reto de conseguir pasar unas pruebas específicas (test de actividades interactivas) para pertenecer a uno de esos grupos (S2)
- E3: Uso de herramientas online por parte del docente para la creación de contenido.
    - […] algunas de las actividades interactivas integradas en la página web que contiene la tarea a realizar por los alumnos, son seleccionadas de entre los recursos existentes online y otras las he creado utilizando herramientas como Genial.ly, Educaplay, Lesson plans y Office Forms (S2)
- E4: Interés por la formación continua del profesorado. Participación en proyectos de colaboración docente.
    - "[…] participamos en el proyecto Observa-acción en el ámbito competencial digitaliza- acción" (S2)
    - "[…] visité como observadora el IES Camilo Castelo Branco de Vilá Real (Portugal) dentro del proyecto Observa-acción en la modalidad entre centros internacional" (S10)
- E5: Reacción de los alumnos ante la metodología empleada por el docente.

- "Los alumnos en general muestran curiosidad ante este tipo de actividad gamificada y responden mostrando interés por la película y por participar en el juego que se les propone" (S2)
- S9:" No todos los alumnos han progresado satisfactoriamente con los cambios metodológicos introducidos"

- E6: Rol predominante del docente: guía del alumno en su aprendizaje.
  - "Se ha orientado previamente a los alumnos para que organicen el trabajo en fases (planificación, búsqueda de información, selección de recursos, elaboración y presentación)" (S3)
  - También se les proporciona instrucciones sobre la estructura del trabajo, […] sobre recursos que deben incorporar para enriquecer el contenido (imágenes, vídeos), sobre el tamaño mínimo o sobre la herramienta para presentar la información (Power point/ Sway u otras que conozcan) (S3)
  - Es un aprendizaje guiado por el profesor, que da instrucciones, proporciona recursos y establece un itinerario de aprendizaje con una secuencia lógica de contenidos y flexible en cuanto a los recursos disponibles (vídeos, ejemplos resueltos, actividades interactivas, mapas conceptuales, etc.) (S9)
- E7: Características del alumnado: protagonista de su propio aprendizaje, buena predisposición al uso de nuevas herramientas TIC, aprendizaje del manejo de las TIC mediante ensayo-error, poca iniciativa y participación en la corrección de actividades.
  - "[…] los alumnos son claramente los protagonistas" (S3)
  - "[…] me sorprendió que la mayoría decidiese arriesgar con una herramienta desconocida para ellos: Sway de Microsoft, herramienta online […]" (S3)

- "El uso de las nuevas tecnologías lo aprenden mediante ensayo-error, pero finalmente comprueban que no dominan la herramienta y que para emplear menos tiempo necesitan preguntar a la profesora sobre su manejo" (S3)
- "La búsqueda de videotutoriales a través de internet hubiese supuesto una mayor autonomía e iniciativa por parte de los alumnos" (S3)
- "[…] aceptan salir a corregir las actividades y no ponen ningún tipo de objeción." (S7)
- "El alumno avanza a su ritmo y es responsable de su propio aprendizaje, adquiere un papel activo" (S9)

- E8: Implicación del trabajo en grupo entre alumnos: tomar decisiones de forma consensuada, reparto equitativo del trabajo y participación de todos los miembros.
  - "[…] tomar decisiones conjuntamente y llegar a acuerdos" (S3)
  - No saben responder a las preguntas sencillas que les formulo, lo que me indica que han buscado información, la han copiado y pegado, pero no comprenden su significado o que podrían necesitar más tiempo u organizarse mejor para aprovechar bien el que tienen (S3)
- E9: Herramientas de evaluación en el entorno virtual: rúbricas y cuestionarios online.
  - Estos aspectos se recogen en la rúbrica de evaluación que se facilita a los alumnos a través de su cuaderno virtual (One Note). El objetivo es que sepan inicialmente qué se va a valorar en la presentación y adapten su contenido a los requisitos mínimos exigibles, dejando margen para la creatividad en la elaboración y/o exposición (S3)
  - […] cuestionario integrado en el curso de Matemáticas orientadas a las enseñanzas aplicadas de 3º de ESO alojado en la plataforma Moodle. Como en anteriores ocasiones las cuestiones que aparecen son de selección múltiple, numéricas

o de relacionar y con actividades similares a las que han trabajado previamente en la autoevaluación o durante el desarrollo de la unidad (S6)

- E10: Tareas de investigación y presentación.
    - "[…] no están acostumbrados a realizar en grupo este tipo de tareas de investigación y presentación" (S3)
    - Habría que trabajar más la expresión oral y lograr que los alumnos entiendan mejor de lo que hablan, una forma de hacerlo es guiando la tarea de investigación mediante la formulación de preguntas más concretas y ampliando el plazo de trabajo en grupo en el aula (S3)
- E11: Posibles causas del empeoramiento de los resultados de las pruebas de evaluación: dificultad de contenidos, escaso trabajo del alumnado.
    - "[…] dificultad de los contenidos de álgebra, falta de continuidad en el estudio, poca práctica que facilite la asimilación de contenidos nuevos y la consolidación de los previos, falta de motivación e interés, etc" (S4)
    - "Los contenidos del bloque de álgebra en general suelen resultar para los alumnos más difíciles de asimilar por su nivel de abstracción y los resultados suelen ser peores con relación al bloque de aritmética" (S9)
    - El día anterior les mande una actividad para hacer en casa y sólo el alumno 3 la hizo. No les mando mucha tarea para casa, tan sólo un ejercicio o a lo sumo dos para que practiquen lo que han trabajado en clase y adquieran los hábitos de estudio que ya deberían tener adquiridos y sin embargo no es así (S10)
- E12: Relación entre alumnos e influencia del comportamiento en el aprendizaje.
    - "Su comportamiento en clase ha empeorado en cierto sentido y me preocupa que su rendimiento se vea afectado" (S4)

- "[…] la relación afectuosa que mantienen los alumnos 2 y 4. Cuesta hacer que se centren en la tarea porque constantemente están pendiente uno del otro" (S4)
- "Me preocupa el poco interés que muestra y su actitud pasiva. Su rendimiento es bajo, de los más bajos del grupo" (S8)
- "Ha sido necesario hablar en privado con él para amonestarle por su comportamiento, empezaba a interferir en su aprendizaje de forma significativa." (S9)

- E13: Adaptación de los recursos al tipo de alumnado.
  - "Me he fijado en las preferencias de los alumnos al elegir los recursos disponibles de la plataforma Moodle, que responde por otra parte a los diferentes estilos de aprendizaje que identifican a cada uno" (S5)
- E14: Estrategias docentes para alumnos con dificultades en la materia.
  - "[…] descartan hacer las tareas de resumir la unidad y las fichas de trabajo. […] debo darles un carácter obligatorio, en el caso de alumnos concretos con más dificultades, si quiero que las consideren" (S5)
  - […] es necesario combinar este tipo de tareas con otras desarrollas en el aula del grupo dónde los alumnos escriben en sus cuadernos y detallan los pasos intermedios en la resolución de problemas. La solución de la actividad por sí sola no proporciona suficiente información para detectar las dificultades matemáticas asociadas a cada alumno (S6)
  - "Se decide permanecer en el aula de grupo para explicar contenidos y determinar el grado de comprensión de los alumnos, haciéndoles preguntas y trabajando su expresión oral matemática." (S7)
  - "Comento que hay algo mal pero no descubro lo que es hasta más adelante para comprobar si algún alumno detecta el fallo." (S7)
- E15: Metodología en el aula del grupo

- El trabajo en el aula se desarrolla en varias fases, en un primer momento pongo ejemplos y resuelvo alguna actividad en la pizarra para recordar conceptos y procedimientos. Después los alumnos realizan las actividades de su libro de texto de forma individual, comparan resultados por parejas, preguntan dudas y reciben indicaciones personalizadas durante el proceso de resolución y finalmente van saliendo a la pizarra para hacer la corrección de forma grupal (S7)
- "[…] en comparación con mis clases, en las que necesito introducir más práctica, variar el tipo de actividades, su ejecución (individual/grupal) o los recursos empleados para mantener el interés" (S10)

- E16: Observaciones sobre la eficacia de procedimientos como la corrección general de actividades.
  - "[…] sólo el alumno que en ese momento está en la pizarra parece prestar más atención a la corrección." (S7)
- E17: Dificultades del alumnado en determinados procedimientos matemáticos
  - […] la trasposición de términos no ha sido correcta (un número que restaba en un miembro se ha pasado al otro miembro dividiendo). Tres alumnos durante esta sesión han cometido el mismo error a pesar de que en cada ocasión se resaltó el procedimiento incorrecto y lo más llamativo es que incluso el alumno que lo detectó anteriormente cometió el mismo error (S7)
- E18: Preocupación por la reincidencia de los alumnos cometiendo los mismos errores a pesar de la advertencia de la profesora.
  - Sería muy beneficioso en pro de mejorar el aprendizaje de los alumnos poder averiguar las causas que llevan a esta situación. En principio pueden ser múltiples: falta de atención, premura en la ejecución, predominio de la sistematización del proceso sobre la comprensión […], en cada alumno se podría dar una circunstancia distinta (S7)

- E19: Preocupación por la falta de respeto de algunos alumnos hacia el docente.
    - "[…] respondiendo con monosílabos de forma repetitiva (sí, sí) y con tono burlesco, también participa y tiene iniciativa dando continuidad a lo que para ellos es una forma de complicidad y diversión, y para mí, una falta de respeto" (S4)
    - "Le he llamado la atención por salir a la pizarra y responder a mis preguntas en tono jocoso" (S4)
    - […] no deja de sorprenderme la actitud de ciertos alumnos, te preocupas por enseñarles, les pones ejemplos para atender sus dudas, les repites explicaciones a pesar de que no estaban atentos y sin embargo son capaces de darse la vuelta, hablar con otros compañeros, aunque tú en ese momento te estés dirigiendo a ellos, me parece una gran falta de respeto (S8)
- E20: Percepciones de los docentes muy dispares frente a la evaluación del alumnado.
    - Me sorprende que aprobase el curso pasado porque obtiene peores resultados que sus compañeros. De los seis alumnos de este grupo de Matemáticas aplicadas cuatro tienen las Matemáticas pendientes y aunque ella no las tenga es la alumna con peor rendimiento y peores resultados en todos los controles (S8)
    - "Al ser pocos alumnos es posible estar más pendiente de cada uno de ellos y atender a sus dudas" (S9)
- E21: Preocupación por el escaso estudio del alumnado en sus casas.
    - "Tengo que informarme si en otras asignaturas tampoco hacen los deberes o es algo selectivo dependiendo de la materia, del esfuerzo que les suponga o la dificultad." (S10)
- E22: Aspectos que los docentes consideran relevantes en su labor profesional
    - […] dos aspectos que él consideraba importantes, la dificultad o nivel de los contenidos abordados y el buen comportamiento de los alumnos en clase. No quedando

al descubierto otros aspectos igualmente relevantes sobre recursos (diferentes al libro de texto), tipo de actividades, etc. (S10)

En la Tabla 32, a modo de resumen, se categorizan los aspectos más relevantes tratados.

Tabla 32

Categorías de análisis del diario docente

Categorías	**Aspectos asociados del análisis cualitativo**
Recursos didácticos	E1, E2, E3, E10
Metodología docente	E5, E6, E14, E15, E16
Evaluación del aprendizaje	E9, E11, E20
Atención a la diversidad	E13, E18
Clima escolar	E12, E19
Aprendizaje del alumnado	E7, E8, E17, E21
Desarrollo profesional docente	E4, E22

Identificación de los dilemas profesionales. En el diario se identifican los siguientes dilemas del docente relacionados fundamentalmente con la convivencia, la evaluación y la atención personalizada:

- Dilema del docente entre tomar medidas para contrarrestar la influencia negativa de unos alumnos sobre otros y no perjudicar las relaciones positivas y beneficiosas entre ellos.
    - Está claro que el alumno 1 desempeña el papel de líder y ha influido en dos de sus compañeros (alumnos 3 y 5), pero me surgen varias preguntas al respecto, ¿hasta qué punto esa influencia repercute en la motivación y el rendimiento?, ¿Cómo puedo restablecer un ambiente de trabajo participativo, respetuoso y más centrado en la materia? (S4)

- Dilema del docente entre usar cuestionarios online en la evaluación de los alumnos y usar pruebas de evaluación escritas.
    - El grado de dificultad de las preguntas es bajo/medio atendiendo a las características del alumnado que forma el grupo y que en general presenta dificultades en Matemáticas. Para el profesor es laborioso desarrollar este tipo de cuestionarios online, pero como contrapunto la corrección es automática y el alumno recibe retroalimentación inmediata. Sin embargo, hay información relevante que no proporcionan relacionada con el proceso de resolución de las actividades. Por eso es necesario combinar este tipo de tareas con otras desarrollas en el aula del grupo dónde los alumnos escriben en sus cuadernos y detallan los pasos intermedios en la resolución de problemas. La solución de la actividad por sí sola no proporciona suficiente información para detectar las dificultades matemáticas asociadas a cada alumno (S6).
- Dilema ante las diferencias de criterios de los docentes en la evaluación de los alumnos.
    - Me preocupa el poco interés que muestra y su actitud pasiva. Su rendimiento es bajo, de los más bajos del grupo. Me sorprende que aprobase el curso pasado porque obtiene peores resultados que sus compañeros. De los seis alumnos de este grupo de Matemáticas Aplicadas cuatro tienen las Matemáticas pendientes y aunque ella no las tenga es la alumna con peor rendimiento y peores resultados en todos los controles. Su ritmo de aprendizaje es lento, mientras los demás realizan tres test de actividades interactivas, ella sólo uno […] (S8)
- Dilema entre corregir las faltas de respeto de los alumnos manteniendo una postura neutra y mostrar enfado y rechazo.
    - […] últimamente se muestra a la defensiva cuando le digo que aproveche el tiempo y trabaje. Hoy me ha dicho que prefiere clase “normal” porque no se entera de nada. Le comento que debe preguntarme las dudas que tenga y visualizar los videos

explicativos que les he indicado en la unidad y a continuación pongo en la pizarra un ejemplo de sistemas de ecuaciones y explico cómo se resuelve en la pizarra (S8).

  - […]A pesar de los años de experiencia no deja de sorprenderme la actitud de ciertos alumnos, te preocupas por enseñarles, les pones ejemplos para atender sus dudas, les repites explicaciones a pesar de que no estaban atentos y sin embargo son capaces de darse la vuelta, hablar con otros compañeros, aunque tú en ese momento te estés dirigiendo a ellos; me parece una gran falta de respeto (S8)

- Dilema entre insistir en la detección general de errores en la corrección de actividades y atenderlos de forma individual.

  - Los otros alumnos no parecen percatarse de los errores hasta que lo indico. Comento que hay algo mal pero no descubro lo que es hasta más adelante para comprobar si algún alumno detecta el fallo. Finalmente, tras una pista para que se fijen en la forma de despejar una incógnita de una ecuación de primer grado, el alumno 1 detecta que la trasposición de términos no ha sido correcta (un número que restaba en un miembro se ha pasado al otro miembro dividiendo). Tres alumnos durante esta sesión han cometido el mismo error a pesar de que en cada ocasión se resaltó el procedimiento incorrecto y lo más llamativo es que incluso el alumno que lo detectó anteriormente cometió el mismo error. Sería muy beneficioso en pro de mejorar el aprendizaje de los alumnos poder averiguar las causas que llevan a esta situación (S7)

IV.4.2. Análisis del portafolio de aprendizaje del alumnado

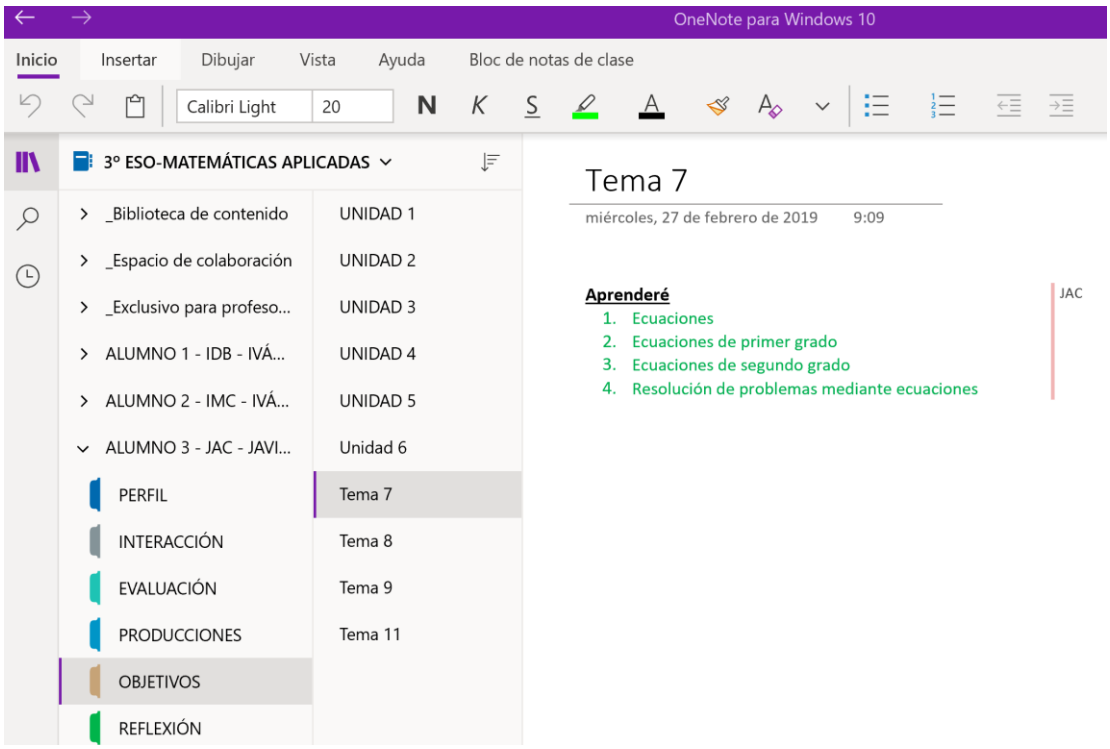
El alumnado a través de sus portafolios muestra las evidencias de aprendizaje en el aula virtual. Se analiza la cumplimentación por parte del alumnado de las diferentes secciones del portafolios.

En la sección Perfil el alumnado hace constar su nombre y apellidos, curso y asignatura y aunque podría añadir cualquier otro elemento visual representativo opta por no hacerlo, además una tercera parte del alumnado no cumplimenta esta sección.

En la sección Objetivos, la mitad del alumnado escribe que sus objetivos son aprender los contenidos correspondientes a los diferentes bloques organizados en unidades didácticas y la otra mitad no cumplimentan esta sección. En la Figura 50 puede visualizarse la forma en la que un alumno comenta cuáles son sus objetivos de aprendizaje.

Figura 50

Ejemplo de la sección de objetivos del portafolios de un alumno



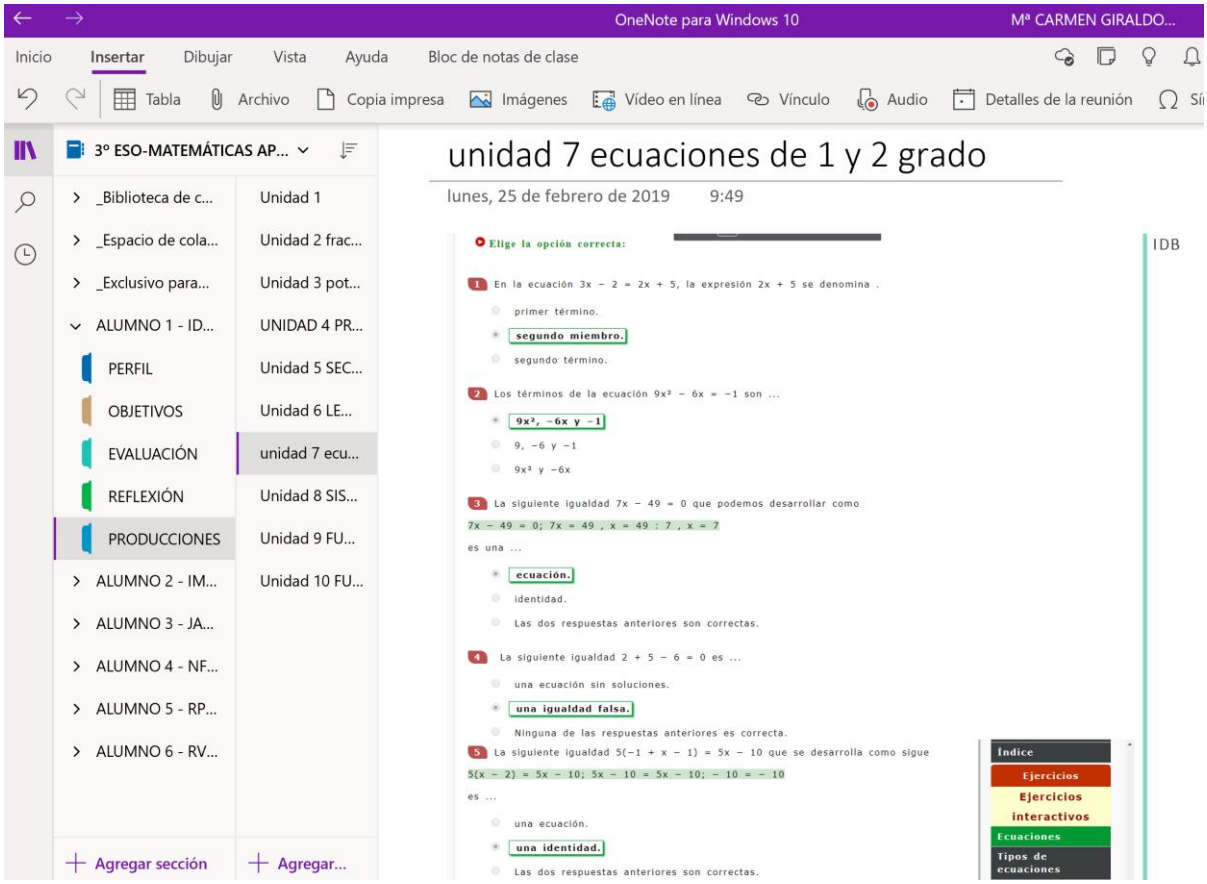
Nota. Captura de pantalla realizada en Microsoft OneNote

En la sección Producciones, el alumnado incorpora capturas de pantalla de las actividades interactivas que realiza en cada unidad didáctica. Estas actividades son corregidas de forma automática y muestran la puntuación que obtienen. También incorporan mapas conceptuales, ejemplo de actividades resueltas y resúmenes de contenidos teóricos extraídos de la web. En la primera unidad didáctica 5 de los 6 estudiantes no muestran evidencias de

trabajo, posiblemente porque la tarea debían realizarla fuera del horario lectivo. En la Figura 51 se muestran evidencias de la realización de actividades interactivas por parte de uno de los alumnos del grupo.

Figura 51

Evidencias de actividades interactivas realizadas por un alumno y recogidas en su portafolio

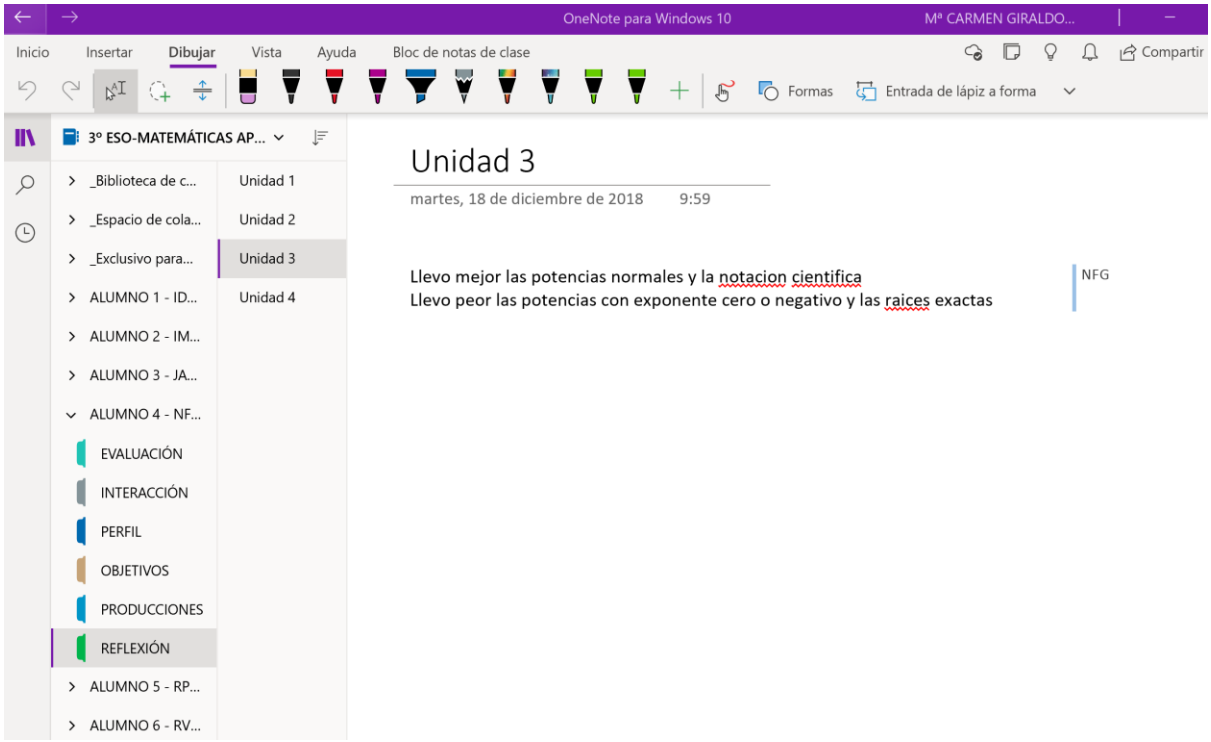


Nota. Captura de pantalla realizada en Microsoft OneNote

En la sección Reflexión uno de los alumnos incorpora los mapas conceptuales que la profesora les ha facilitado en el aula virtual de la plataforma Moodle, otro alumno comenta brevemente los contenidos que comprende mejor y peor (Figura 52) y el resto del alumnado, un 67 %, no rellena esta sección.

Figura 52

Reflexión de un alumno sobre su aprendizaje en su portafolio

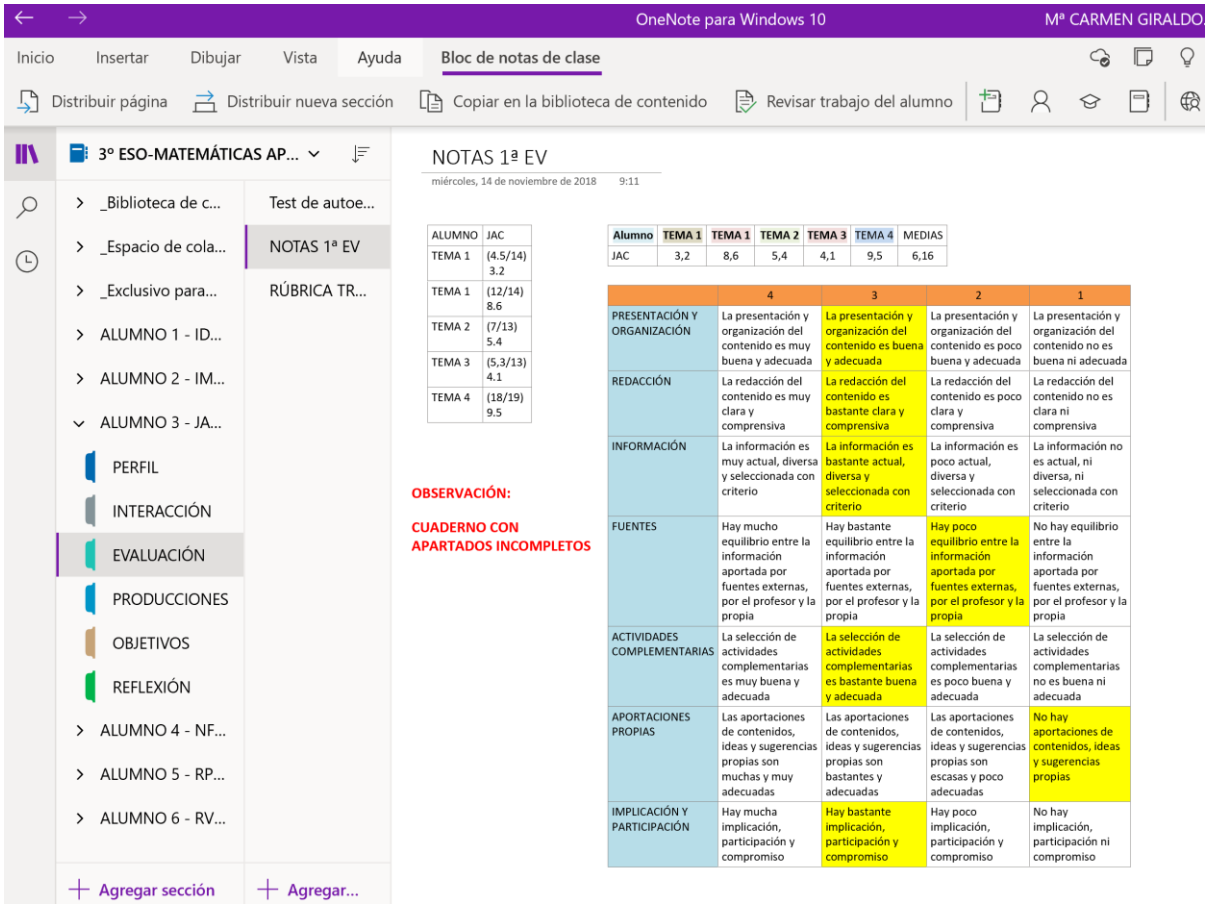


Nota. Captura de pantalla realizada en Microsoft OneNote

En la sección Evaluación, la profesora distribuye los resultados de cada evaluación en una página personalizada que se integra en el portafolio de cada estudiante. También facilita retroalimentación sobre el portafolio en forma de observaciones generales y más específica a través de una rúbrica de evaluación (Figura 53).

Figura 53

Ejemplo de la sección de evaluación del portafolio de un alumno



Nota. Captura de pantalla realizada en Microsoft OneNote

La sección Interacción del portafolio no fue cumplimentada por ningún estudiante ya que las dudas que les surgían se las trasladaban a la profesora de forma oral y presencial.

Tras finalizar el curso 2018-2019, utilizando el entorno virtual de enseñanza y aprendizaje como complemento en el aula presencial para la asignatura de matemáticas orientadas a las enseñanzas aplicadas de 3º de ESO, los resultados académicos obtenidos por el grupo de alumnado que cursó la materia fueron del 50 % de aprobados y entre los que tenían la materia pendiente, otro 50 % la superó. Hay que tener en cuenta que, aunque los resultados no muestran a priori una mejoría significativa, hay que interpretarlos en su contexto y en ese sentido el punto de partida era de un grupo con un nivel de rendimiento bajo en la asignatura como se refleja en la memoria del departamento y con dificultades previas evidenciadas por el 67% del alumnado con las matemáticas pendientes del curso anterior.

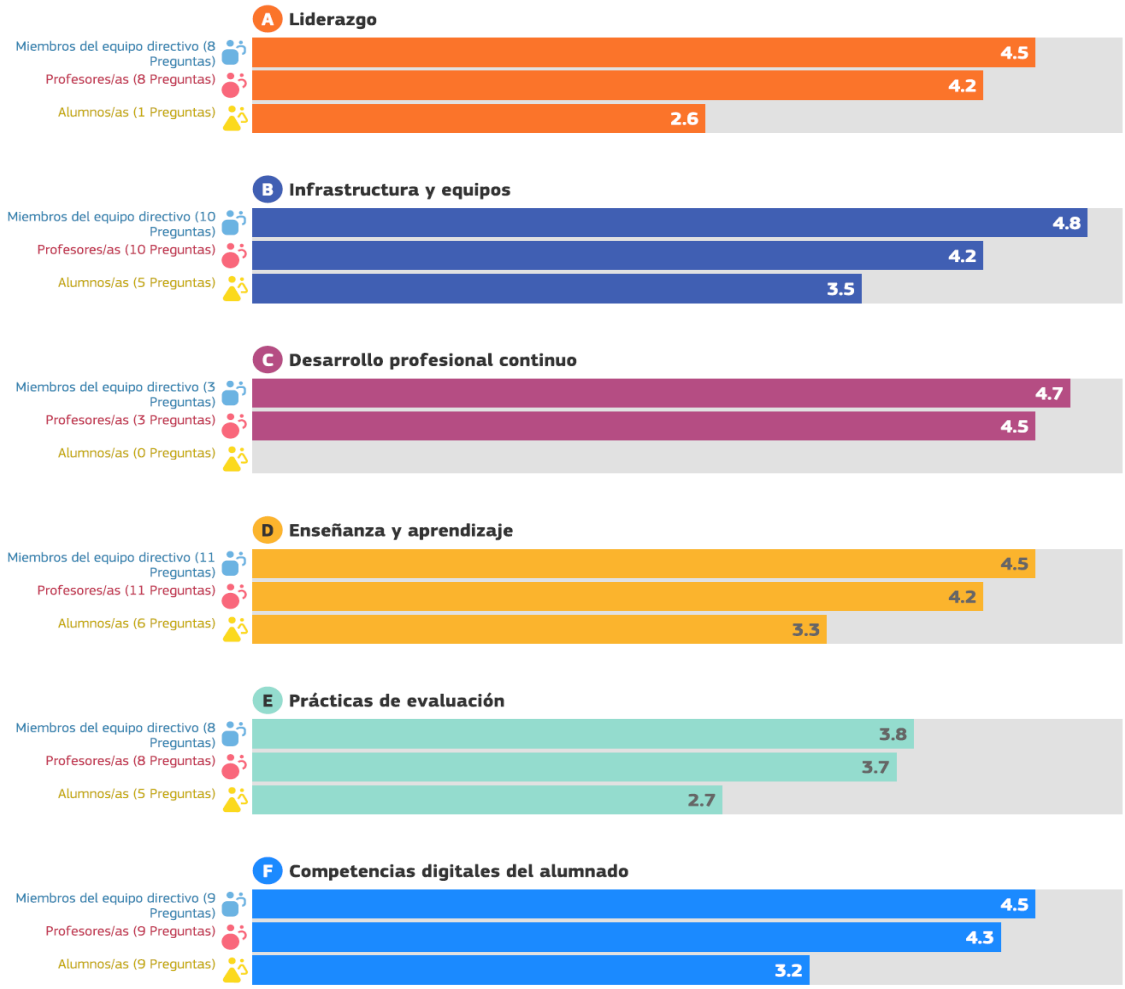
IV.4.3. Resultados del cuestionario SELFIE de 2019-2020

En los resultados, los tres grupos de participantes aparecen codificados por colores: azul para los miembros del equipo directivo, rojo para el profesorado y amarillo para el alumnado. Las seis áreas de análisis de SELFIE también se muestran en colores diferentes. Para una interpretación general se toma como referencia la puntuación 1 para un nivel muy básico, 2 básico, 3 medio, 4 avanzado y 5 excelente.

Áreas principales. En la Figura 54 se muestra la puntuación media en cada una de las seis áreas para cada grupo de participantes y de la Figura 55 a la Figura 68 pueden visualizarse los resultados obtenidos en cada área, para cada pregunta y para cada perfil de los participantes.

Figura 54

Media de las respuestas por perfil y área



En todas las áreas, las medias que se obtienen en el grupo de alumnado son inferiores a las de los otros dos grupos. Las mayores diferencias en las puntuaciones medias entre el grupo de alumnado y los grupos de profesores y equipo directivo se dan en el área de liderazgo. En esta área, la media aritmética de las puntaciones de los alumnos es 2,6 sobre 5 y las de profesores y equipo directivo son 4,2 y 4,5 respectivamente.

En el área de Infraestructuras y equipos, profesores y equipo directivo responden a 10 preguntas y se obtiene la mayor diferencia de 0,6 puntos en sus medias con respecto a otras áreas. No obstante, ambos grupos obtienen una media superior a cuatro, 4,2 el profesorado y 4,8 el equipo directivo que otorga a esta área la puntuación más alta de su grupo.

Las preguntas de estas dos áreas se analizan más detenidamente en los resultados por área para indagar en las diferencias.

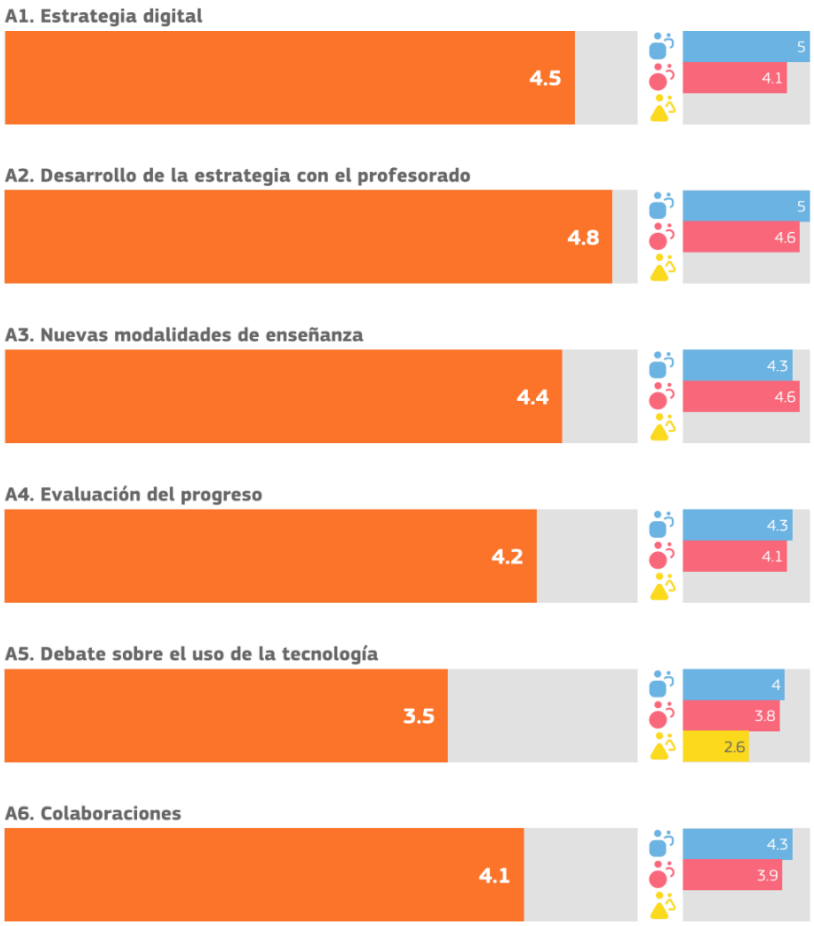
Comparando las diferentes áreas, en las prácticas de evaluación se obtienen las medias más bajas para el grupo del profesorado y del equipo directivo, 3,7 para el primero y 3,8 para el segundo y las diferencias entre estos dos grupos son mínimas. Como ambos grupos coinciden en otorgar las puntuaciones más bajas, para idear un plan de acción que mejore la situación de partida, se destaca sobre las demás, el área de prácticas de evaluación.

Por otra parte, el desarrollo profesional continuo es el área a la que el profesorado concede puntuaciones más altas, 4,5 y el equipo directivo las supera con una puntuación de 4,7.

Área de liderazgo. En la Figura 55, el profesorado y el equipo directivo responden a seis preguntas correspondientes al área de liderazgo y el alumnado responde a una, codificada como A5 y referida al debate sobre el uso de la tecnología.

Figura 55

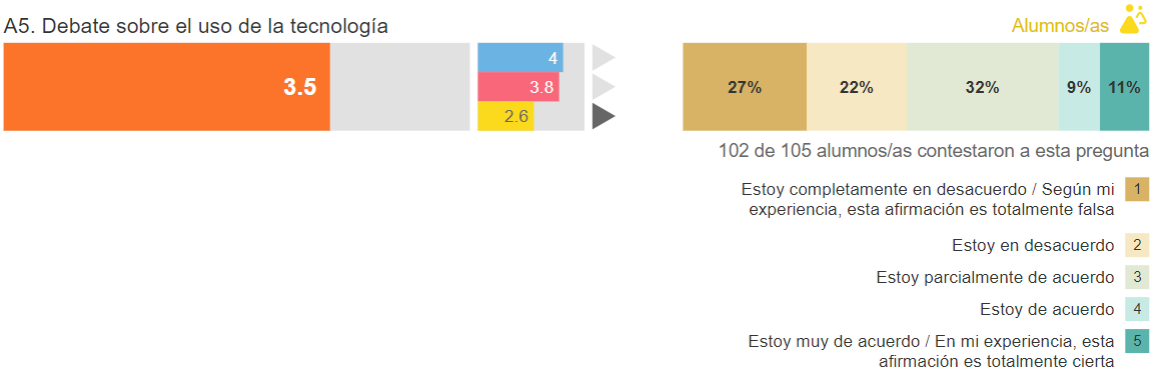
Media de las respuestas por pregunta del área de liderazgo

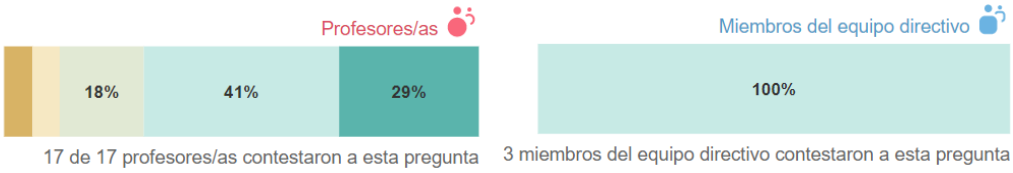


Para investigar el desfase entre la puntuación del alumnado y los otros grupos en el área de liderazgo, se analiza la pregunta A5.

Figura 56

Porcentajes de respuestas a la pregunta A5 para cada perfil





El 49% del alumnado está en desacuerdo o completamente en desacuerdo con la afirmación de que en el centro el alumnado y el profesorado hablan sobre las ventajas y desventajas de utilizar la tecnología para el aprendizaje, sin embargo, el 70% del profesorado considera que si hay debate en el centro y el 100% del equipo directivo está de acuerdo. Estas discrepancias sugieren que sería necesario reflexionar más con los alumnos sobre el uso de la tecnología. En esta pregunta A5, las diferencias entre las medias del alumnado, 2,6 y las medias del profesorado 3,8, son máximas.

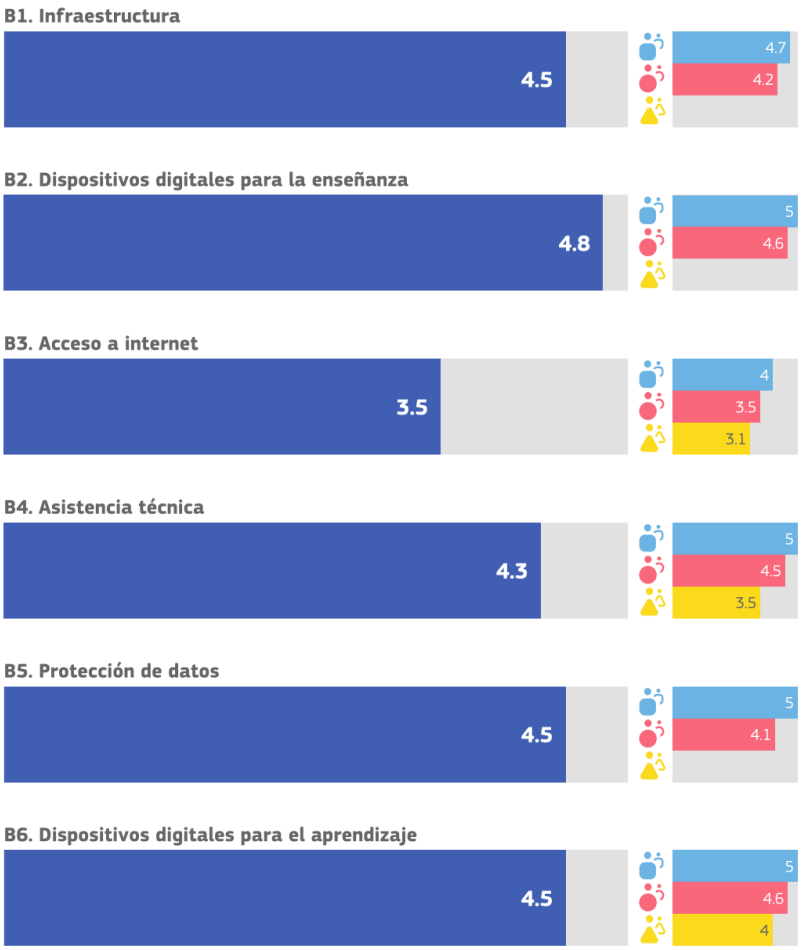
También se observan diferencias máximas de puntuación entre los grupos del profesorado y del equipo directivo en la pregunta A1 sobre estrategia digital, aunque en ese caso tanto el 70 % del profesorado como el 100 % del equipo directiva está de acuerdo o muy de acuerdo con la existencia de una estrategia digital en el centro.

Por otra parte, la media más alta es de 4,8 puntos y se produce en la pregunta A2, sobre el desarrollo de la estrategia digital del centro en colaboración con el profesorado.

Área de infraestructura y equipos. En el área de Infraestructura y equipos, tanto el profesorado como el equipo directivo responden a seis preguntas y el alumnado a tres. Los resultados pueden verse en la Figura 57.

Figura 57

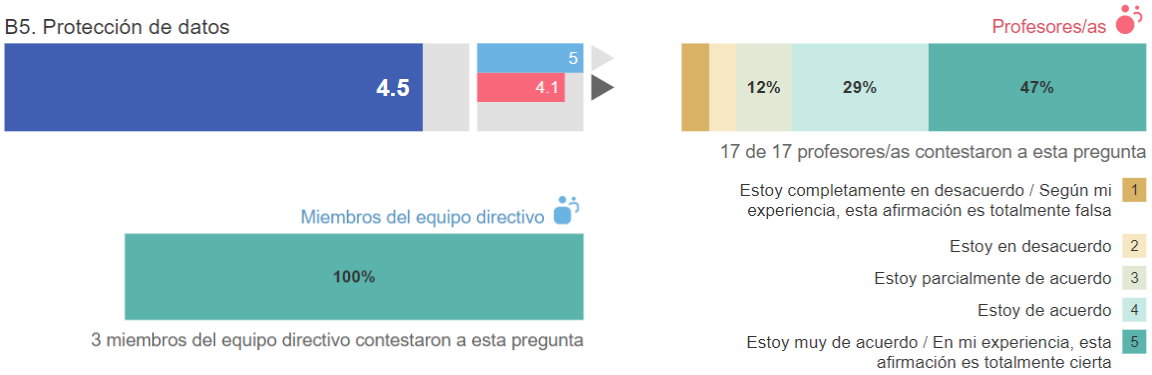
Media de las respuestas por pregunta del área de infraestructura y equipos



A nivel de área era donde se producían las mayores diferencias de puntuación media entre el profesorado y el equipo directivo. Al observarse las puntuaciones medias por cada pregunta en cada grupo, se detectaron diferencias máximas de 0.9 puntos entre ambos grupos en la pregunta B5 sobre protección de datos. El 76 % del profesorado opina estar de acuerdo o muy de acuerdo con la afirmación sobre la existencia de sistemas de protección de datos en el centro educativo y la totalidad del equipo directivo manifiesta estar muy de acuerdo (Figura 58).

Figura 58

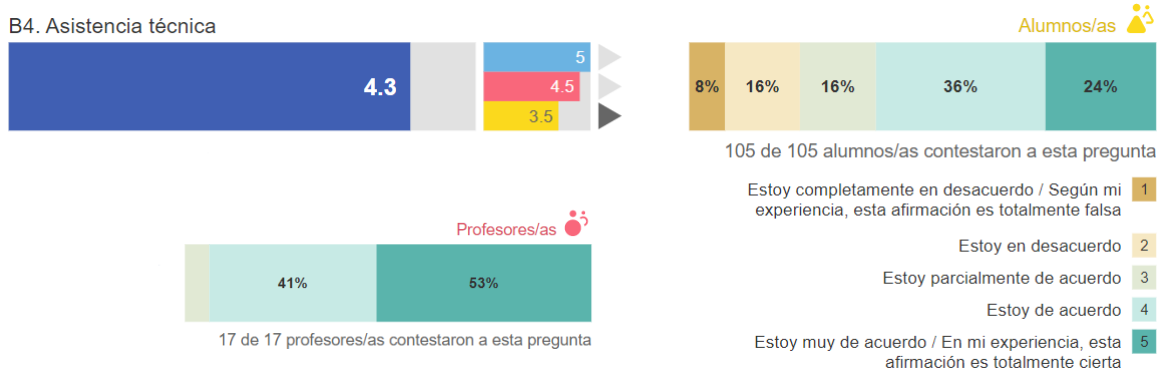
Porcentajes de respuestas a la pregunta B5 para cada perfil



Entre el alumnado y el profesorado también se produce la máxima diferencia de hasta 1 punto en la puntuación media de la pregunta B4 sobre asistencia técnica (Figura 59). Entre el alumnado, el 60% está de acuerdo o muy de acuerdo con la afirmación de que en el centro disponen de asistencia técnica cuando tienen problemas con las tecnologías digitales y entre el profesorado, opina lo mismo el 94 %.

Figura 59

Porcentajes de respuestas a la pregunta B4 para los perfiles de alumnado y profesorado

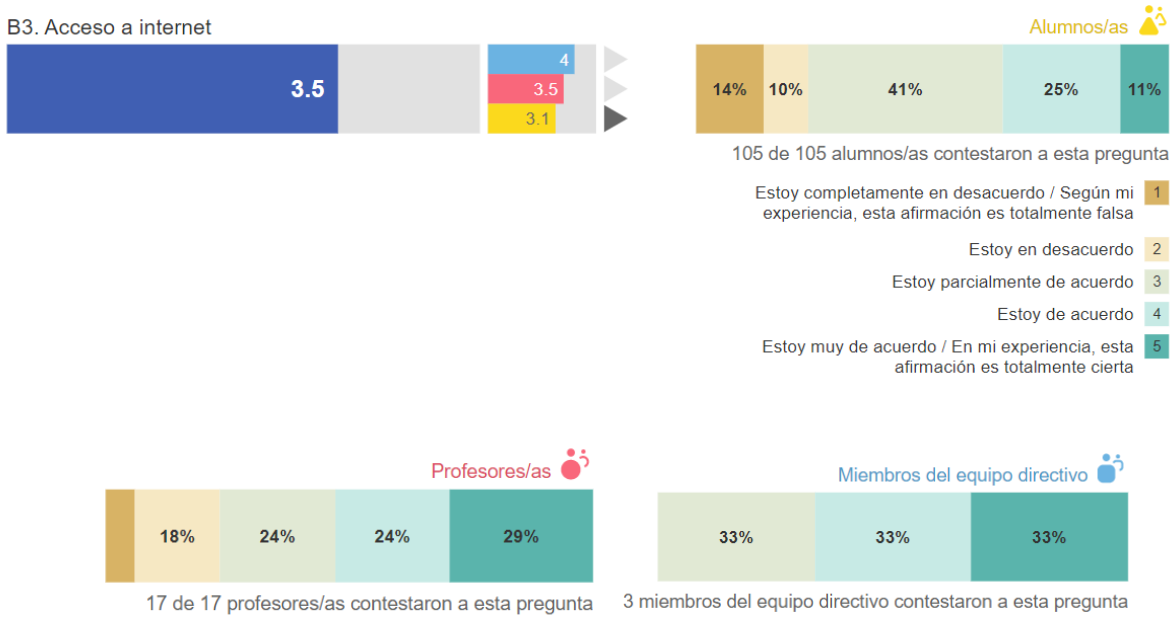


La pregunta con peor media dentro de esta área es la B3 (Figura 60) sobre acceso a internet. El 36 % del alumnado, está de acuerdo o muy de acuerdo con que en el centro tienen acceso a internet para sus estudios. Este porcentaje aumenta en los otros grupos, en los que el 53% del profesorado opina que el centro facilita acceso a internet para la enseñanza y el aprendizaje y en el equipo directivo están de acuerdo o muy de acuerdo el 66 %. Podría considerarse el acceso a internet, con media global de 3,5, un punto débil que el centro tendría

que mejorar. El contrapunto estaría en los dispositivos digitales para la enseñanza que con una puntuación media de 4,8 se considera una fortaleza del centro.

Figura 60

Porcentajes de respuestas a la pregunta B3 para cada Perfil

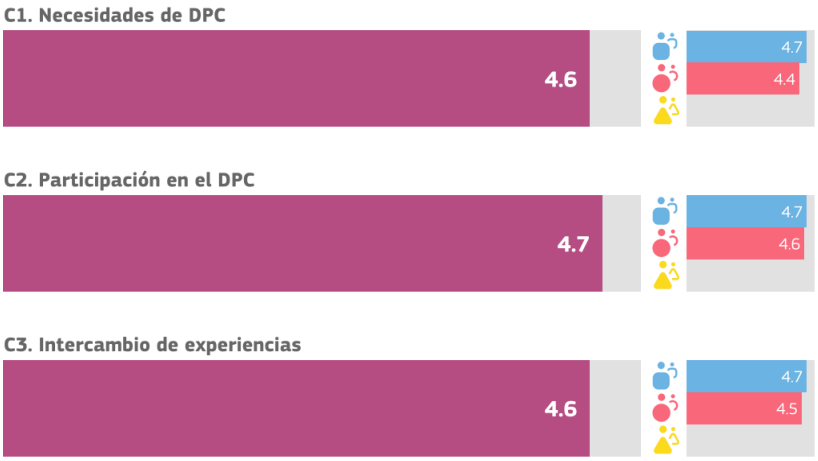


Área de desarrollo profesional continuo. El área de desarrollo profesional continuo (DPC) comprende tres preguntas de los cuestionarios del profesorado y del equipo directivo, sobre necesidades y participación en el DPC y sobre el intercambio de experiencias. Puede considerarse una fortaleza del centro educativo pues las puntuaciones medias son altas en ambos grupos

El área de desarrollo profesional continuo (DPC) comprende tres preguntas de los cuestionarios del profesorado y del equipo directivo, sobre necesidades y participación en el DPC y sobre el intercambio de experiencias. Puede considerarse una fortaleza del centro educativo pues las puntuaciones medias son altas en ambos grupos (Figura 61).

Figura 61

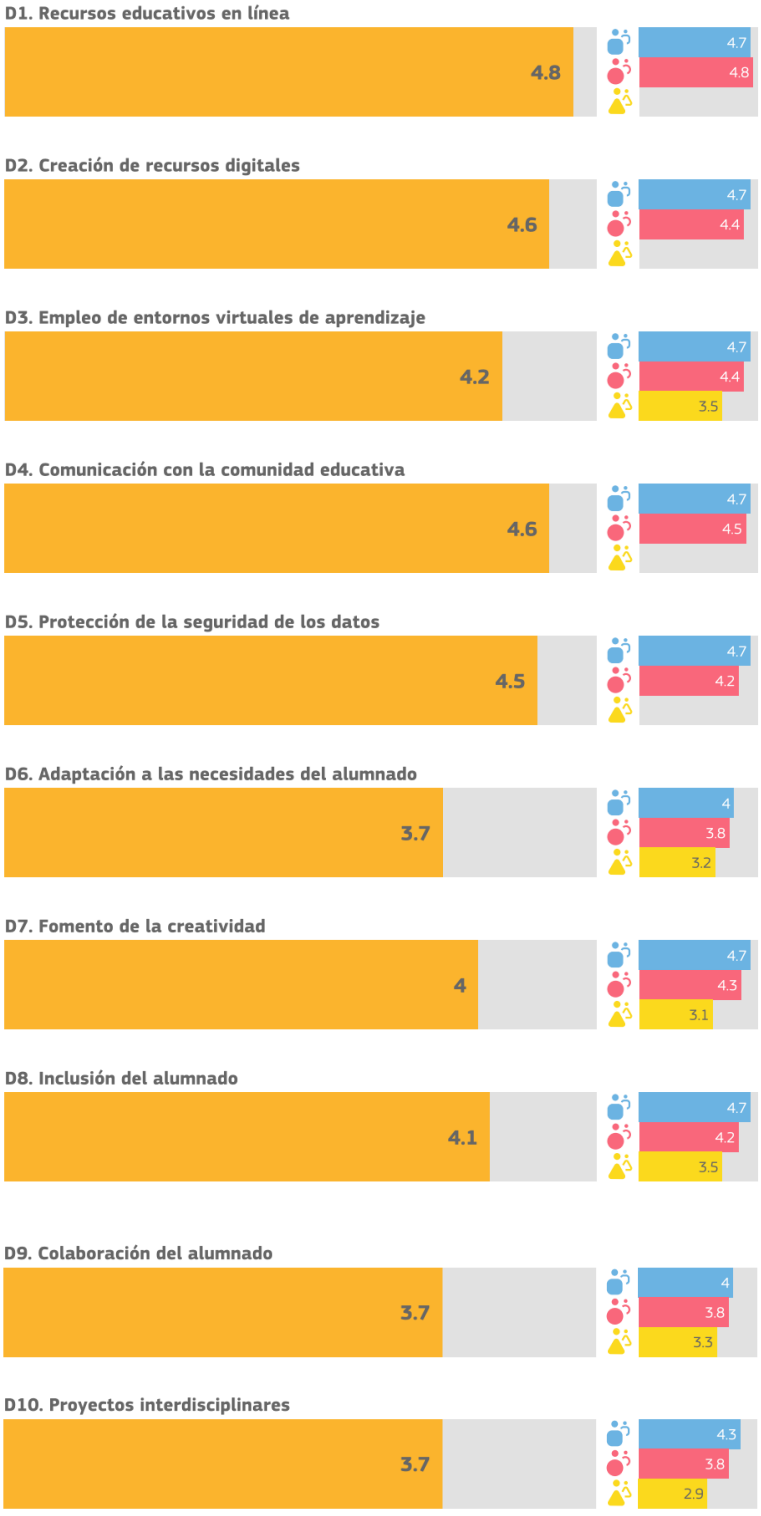
Media de las respuestas por pregunta del área de desarrollo profesional continuo



Área de enseñanza y aprendizaje. En el área de enseñanza y aprendizaje, el profesorado y equipo directivo contestan a diez preguntas y el alumnado a seis, relacionadas con el uso de tecnologías digitales en las prácticas de enseñanza y aprendizaje (Figura 62).

Figura 62

Media de las respuestas por pregunta del área de enseñanza y aprendizaje

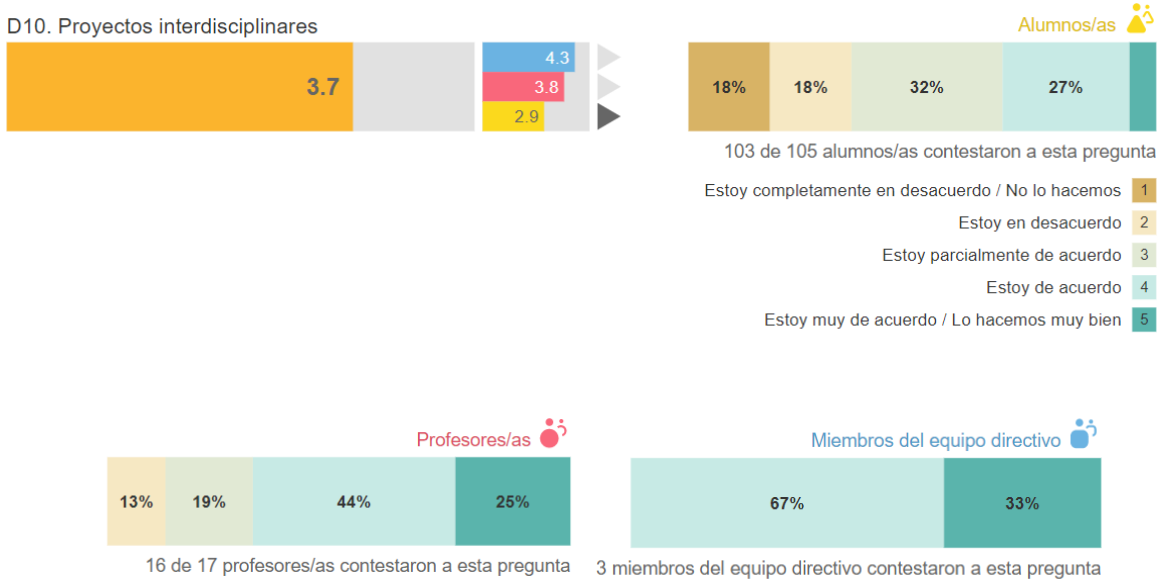


La pregunta con mayor puntuación media, 4,8, es la D1, referida a la búsqueda de recursos educativos digitales en internet y las de menor promedio 3,7, son la D6 sobre la adaptación de la enseñanza a las necesidades del alumnado, la D9 sobre la colaboración del alumnado y la D10 sobre la participación del alumnado en proyectos interdisciplinares, todas

ellas utilizando tecnologías digitales. En estas preguntas D6 y D9, los promedios en los grupos del profesorado y del equipo directivo son 3,8 y 4 respectivamente, sin embargo, en la pregunta D10 hay más diferencia entre estos dos grupos con puntuaciones de 3,8 y 4,3 y también hay mayor diferencia de estos promedios con el del alumnado 2,9. En esta pregunta el 100% del equipo directivo y el 69 % del profesorado está de acuerdo o muy de acuerdo, mientras que en el alumnado este porcentaje disminuye hasta un 32% (Figura 63).

Figura 63

Porcentajes de respuestas a la pregunta D10 para cada perfil

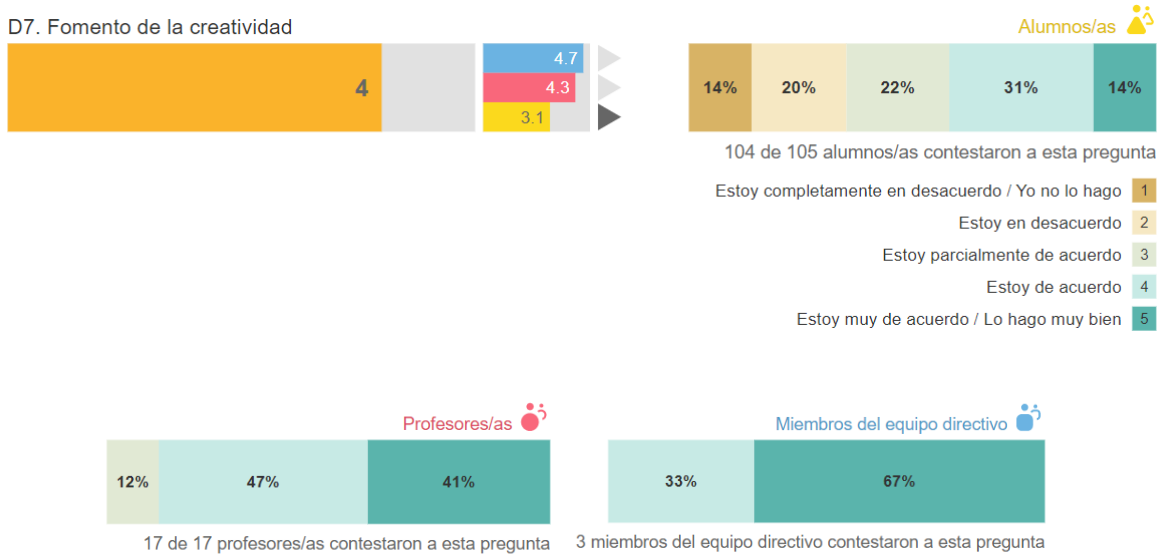


Otras preguntas en las que la diferencia de promedios entre el equipo directivo y el profesorado es de 0,5 puntos son la D5 sobre la protección de la seguridad de los datos digitales y la D8 sobre inclusión del alumnado.

Los promedios en todas las preguntas de esta área son inferiores en el grupo de alumnado y las mayores diferencias de este grupo con el del profesorado y con el del equipo directivo se dan en la pregunta D7 sobre el fomento de la creatividad con tecnología digital (Figura 64). El 100% del equipo directivo otorga puntuaciones de 4 o 5 para indicar su grado de acuerdo, el 88% del profesorado también lo hace y en el alumnado el 45%.

Figura 64

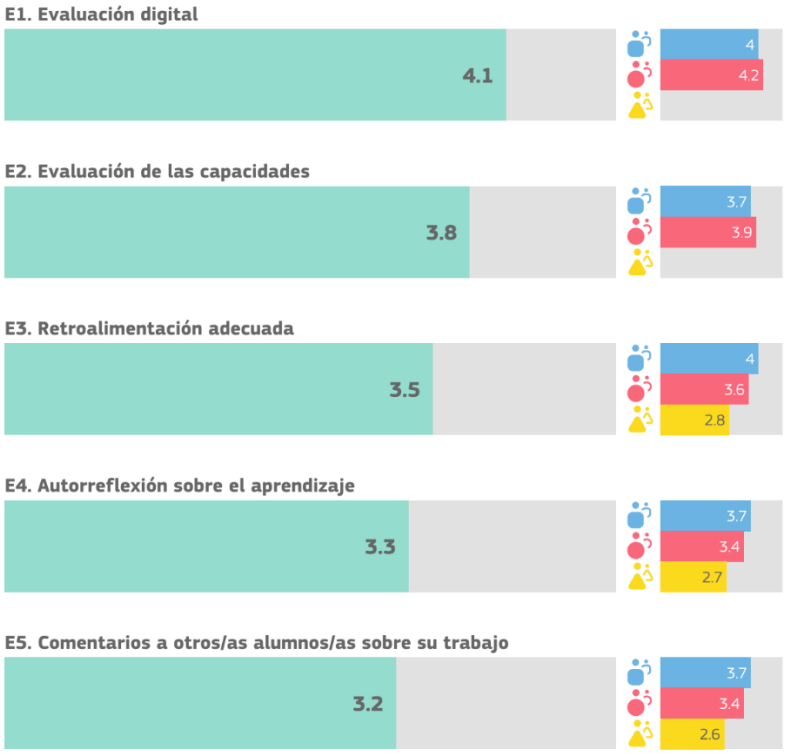
Porcentajes de respuestas a la pregunta D7 para cada perfil



Área de Prácticas de evaluación. En el área de Prácticas de evaluación (Figura 65), codificada con la letra E, los profesores y equipo directivos responden a cinco preguntas y el alumnado a tres.

Figura 65

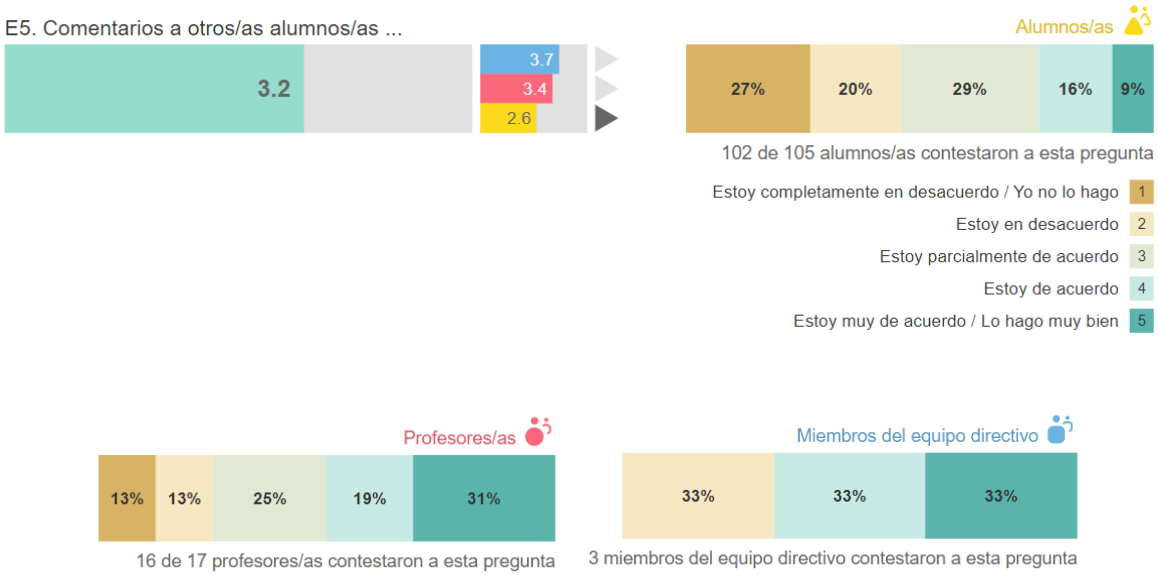
Media de las respuestas por pregunta del área de prácticas de evaluación



El promedio más bajo de las puntuaciones de todos los grupos en cada pregunta de esta área es 3,2 y se obtiene en la pregunta E5 (Figura 66) sobre el uso de la tecnología para hacer comentarios a otros estudiantes sobre sus trabajos (coevaluación). El 25 % del alumnado, el 50 % del profesorado y el 66 % del equipo directivo están de acuerdo o muy de acuerdo.

Figura 66

Porcentajes de respuestas a la pregunta E5 para cada perfil

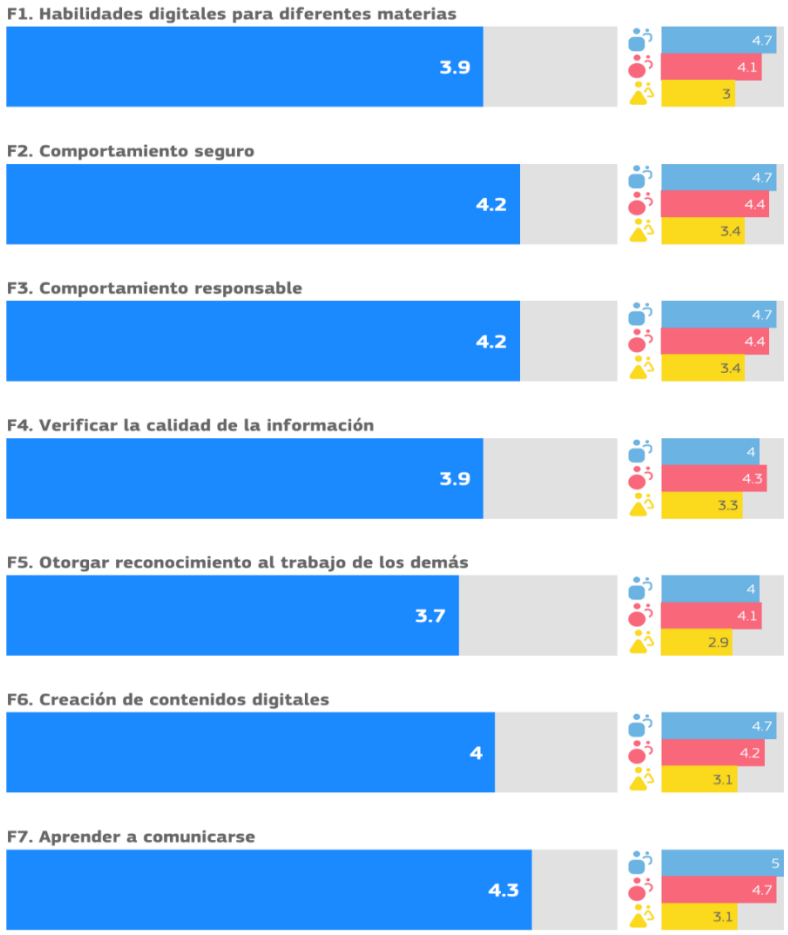


Las diferencias en los promedios que se obtienen en los diferentes grupos son de un máximo de 0,8 puntos en las preguntas E3 sobre la retroalimentación adecuada usando tecnologías digitales y la E5 sobre coevaluación, cuando se compara el alumnado y profesorado y en la pregunta E1 sobre la ayuda del equipo directivo para la evaluación digital cuando se comparan las medias del profesorado y del equipo directivo. Esta pregunta E1 es la que obtiene mayor media global 4,1 con respecto a las demás preguntas de esta área, por lo que se considera una fortaleza que el centro debe conservar.

Área de competencias digitales del alumnado. En el área de Competencias digitales del alumnado se plantearon siete preguntas que fueron contestadas por todos los grupos (Figura 67).

Figura 67

Media de las respuestas por pregunta del área de competencias digitales del alumnado



La pregunta del área que obtiene menor media global de los tres grupos es la F5, sobre otorgar reconocimiento al trabajo de los demás y la de mayor media es la F7 sobre aprender a comunicarse. En esta última, la variación de 1,6 puntos entre las medias del grupo del alumnado y del profesorado es máxima con respecto al resto de preguntas del área. Por otra parte, la variación máxima entre las puntuaciones promedio de los grupos del profesorado y del equipo directivo se produce en la pregunta F1 sobre habilidades digitales para diferentes materias.

Resultados por pregunta

En la Tabla 33 se muestran los promedios en cada pregunta teniendo en cuenta a todos los usuarios que han contestado con independencia de su perfil. Las preguntas de promedios más altos (4,8) son sobre el desarrollo de la estrategia digital de centro en colaboración con el profesorado (A2), la existencia de dispositivos digitales en el centro educativo para su uso en la enseñanza (B2) y la búsqueda por parte del profesorado de recursos educativos digitales en internet (D1). Entre las cuestiones que obtienen menor promedio están la autorreflexión sobre el aprendizaje por parte del alumnado a través de tecnología digital (E4) con 3,3 de promedio y el uso de la tecnología para que el alumnado comente el trabajo de otros compañeros (E5) con 3,2.

Tabla 33

Promedio obtenido en cada pregunta

Código de pregunta	Promedio
A2, B2, D1	4,8
C2	4,7
C1, C3, D2, D4	4,6
A1, B1, B5, B6, D5	4,5
A3	4,4
B4, F7	4,3
A4, D3, F2, F3	4,2

Código de pregunta	Promedio
A6, D8, E1	4,1
D7, F6	4
F1, F4	3,9
E2	3,8
D6, D9, D10, F5	3,7
A5, B3, E3	3,5
E4	3,3
E5	3,2

Comparación de resultados por grupo de usuarios

Para el perfil de equipo directivo las preguntas con mayor media (5) son la A1 (Estrategia digital) y A2 (Desarrollo de la estrategia con el profesorado) del área de Liderazgo, la B2 (Dispositivos digitales para la enseñanza), B4 (Asistencia técnica), B5(Protección de datos) y B6 (Dispositivos digitales para el aprendizaje) del área de Infraestructura y equipos y la F7 (Aprender a comunicarse) del área de Competencias digitales del alumnado. Entre las preguntas con peor media (3,7) se encuentran la E2 (Evaluación de las capacidades) y E4 (Autorreflexión sobre el aprendizaje), ambas del área de Prácticas de evaluación.

Para el grupo de Profesorado, la pregunta con mayor media de valor 4,8 es la D1 (Recursos educativos en línea) del área de Enseñanza y aprendizaje y la de peor media con valor de 3,4 es la E4 (Autorreflexión sobre el aprendizaje) del área de Prácticas de evaluación.

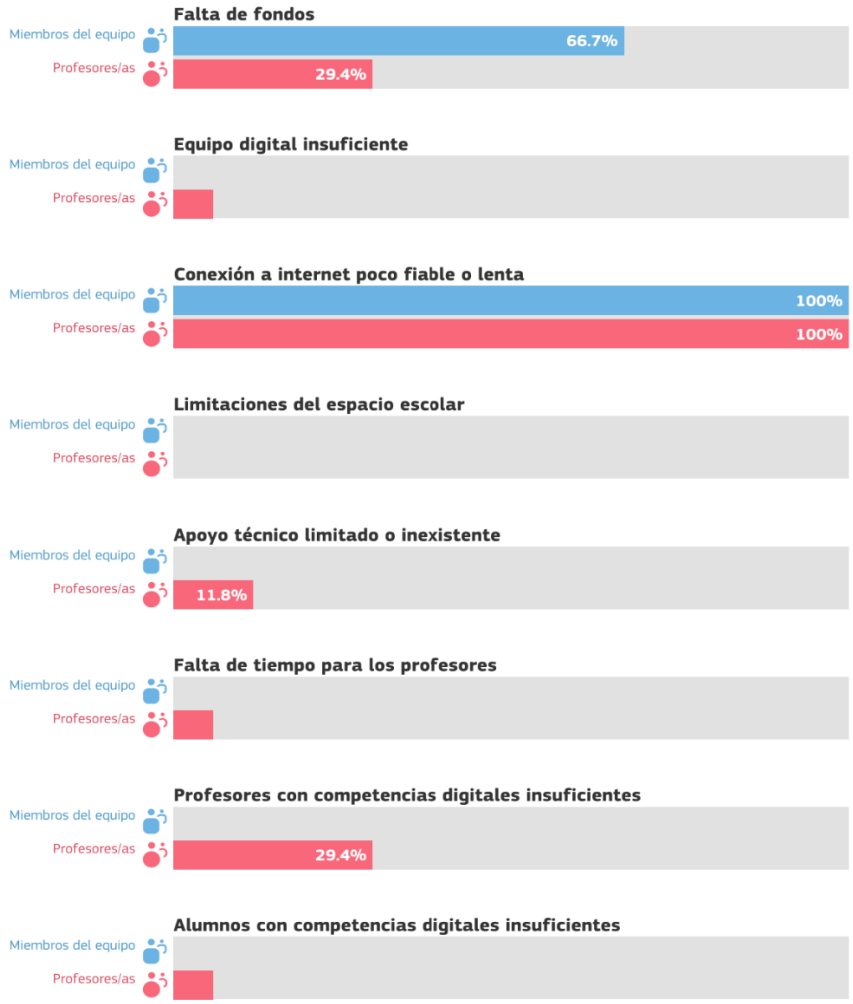
Finalmente, para el grupo de Alumnado, la pregunta que obtiene una media máxima de 4 es la B6 (Dispositivos digitales para el aprendizaje) del área de Infraestructura y equipos y las que obtienen menor media (2,6) son la A5 (Debate sobre el uso de la tecnología) del área de Liderazgo y la E5 (Comentarios a otro alumnado sobre su trabajo) del área de Prácticas de evaluación.

Áreas secundarias. Se analizan los resultados de áreas como los factores que limitan el uso de las tecnologías, la utilidad de las actividades de DPC, la seguridad al utilizar la tecnología, el porcentaje de tiempo, la adopción de la tecnología y su uso.

Factores que limitan el uso de las tecnologías. Entre los factores que limitan el uso de las tecnologías en el centro educativo, el 66, 7% del equipo directivo destaca la falta de fondos y el 100 % la conexión a internet poco fiable o lenta, siendo este último también destacado por el 100 % del profesorado participante como se refleja en la Figura 68.

Figura 68

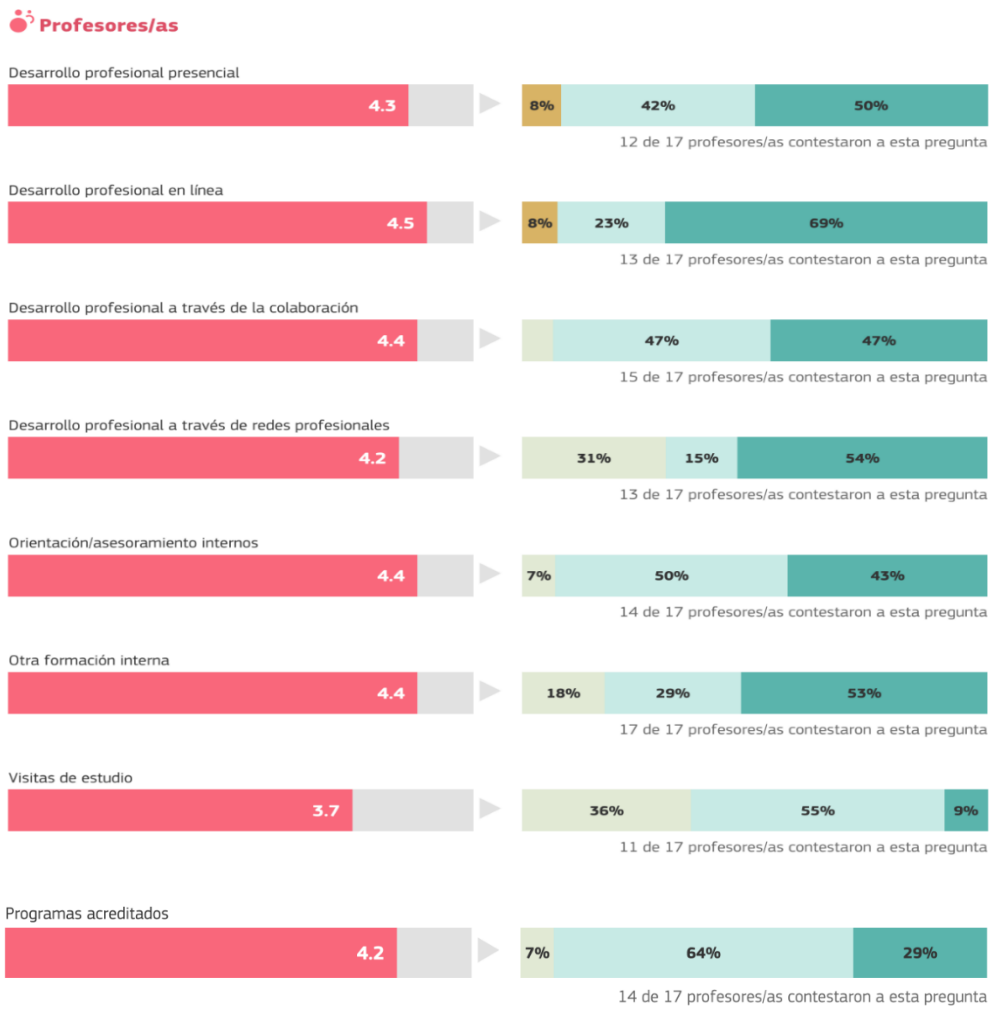
Porcentaje de usuarios para cada factor que limita el uso de las tecnologías



Utilidad de las actividades de DPC. En el área de Utilidad de las actividades de Desarrollo profesional continuo (DPC) la opinión del profesorado refleja que consideran útil o muy útil participar en actividades de desarrollo profesional presenciales un 92 % y en línea el mismo porcentaje, el 94 % ven útil o muy útil el desarrollo profesional a través de la colaboración y el 93 % a través de la orientación o asesoramiento internos y de programas acreditados y un 82 % a través de otra formación interna. En menor medida consideran útil o muy útil las visitas de estudio un 64 % del profesorado encuestado y un 69 % el desarrollo profesional a través de redes profesionales (Figura 69).

Figura 69

Media de las respuestas por pregunta del área secundaria de utilidad de las actividades de DPC

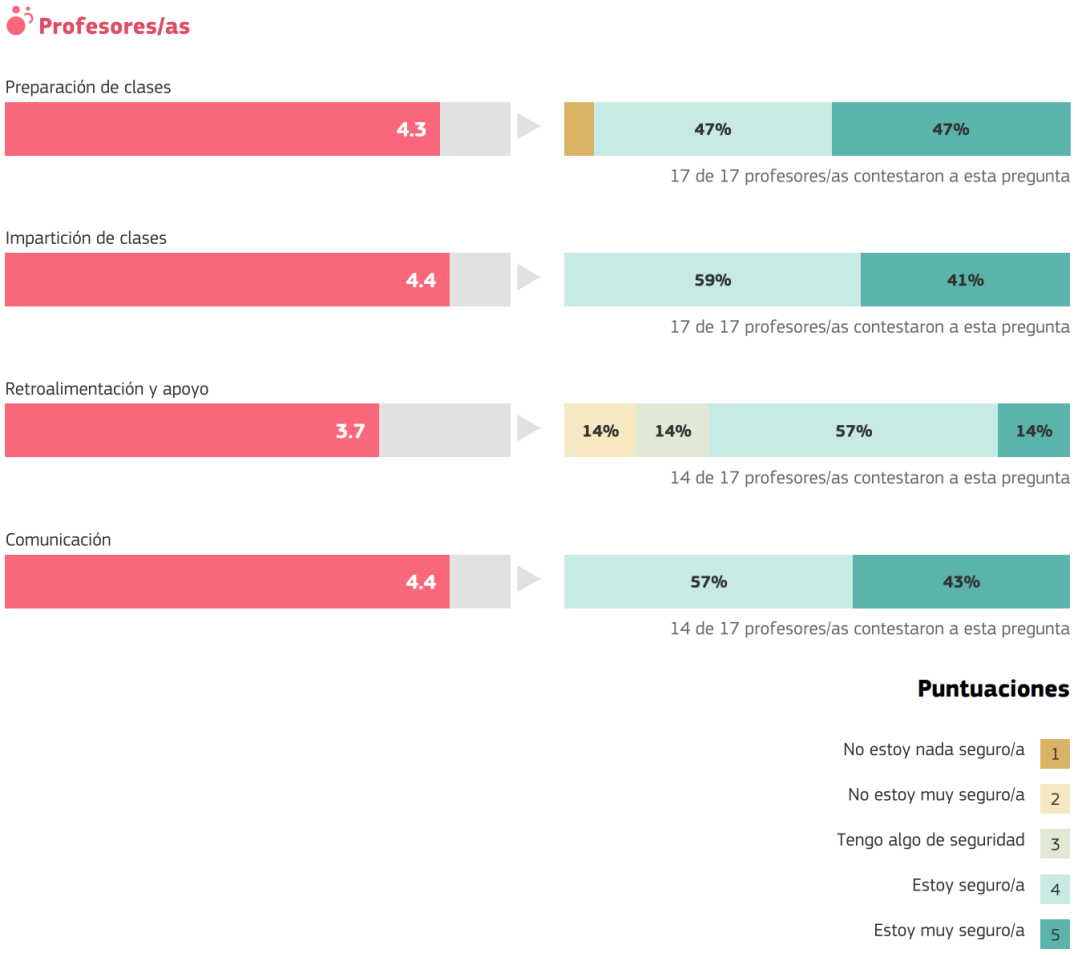




Seguridad al utilizar la tecnología. En el área de seguridad al utilizar la tecnología, el 94 % del profesorado dice estar seguro o muy seguro de manejar con seguridad las tecnologías para preparar clases, el 100 % para impartir clases y comunicarse y el 71 % para proporcionar retroalimentación y apoyo (Figura 70).

Figura 70

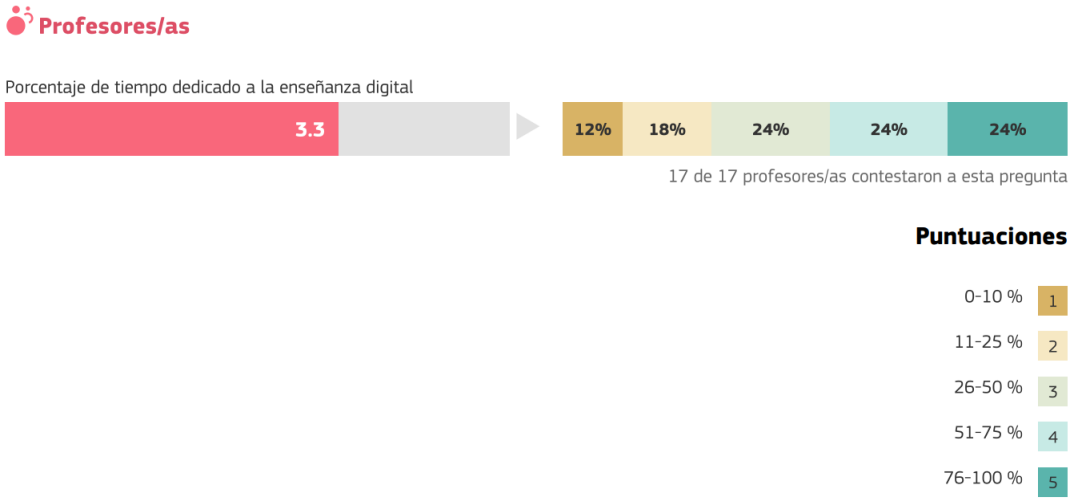
Media de las respuestas por pregunta del área secundaria de seguridad al utilizar la tecnología



Porcentaje de tiempo. En el área de porcentaje de tiempo, el 48 % del profesorado considera que dedica un porcentaje del tiempo de su práctica docente en el aula superior al 50 % para el uso de tecnologías digitales, a diferencia del 12 % del profesorado cuyo porcentaje de tiempo dedicado a la enseñanza digital alcanza como mucho el 10 % (Figura 71).

Figura 71

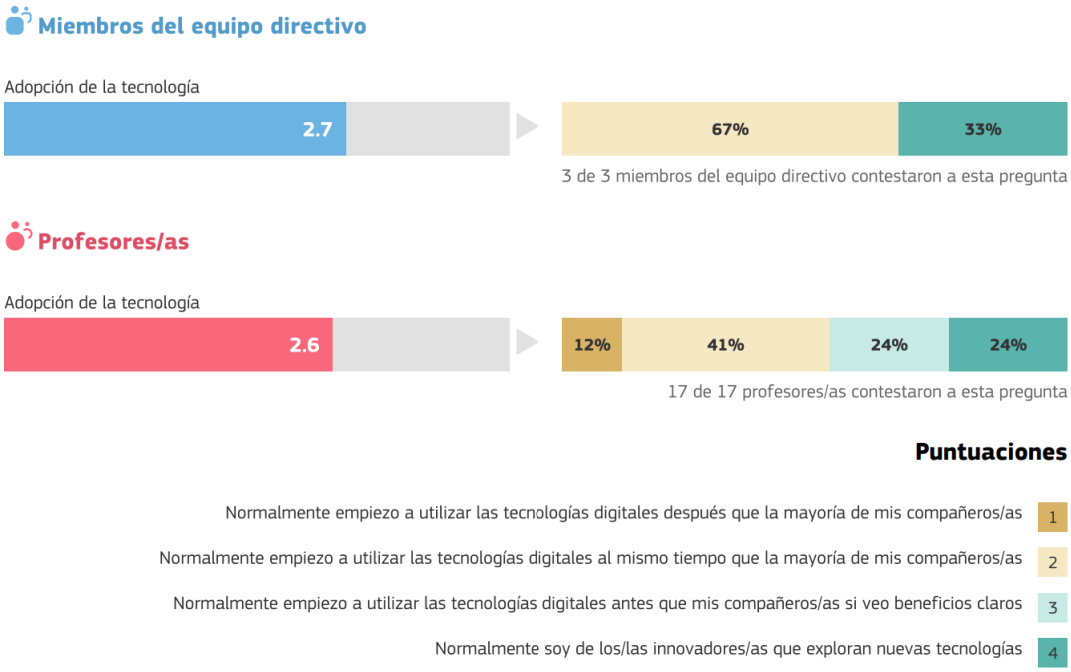
Media de las respuestas por pregunta del área secundaria de porcentaje de tiempo



Adopción de la tecnología. Sobre el área de la adopción de la tecnología, un tercio de los miembros del equipo directivo considera que es de los innovadores que exploran nuevas tecnologías, entre el profesorado este porcentaje es de un 24 %. El resto de los miembros del equipo directivo, un 67 %, empieza a utilizar las tecnologías digitales al mismo tiempo que la mayoría de sus compañeros y compañeras y entre el profesorado este porcentaje es del 41 %. Además, el 12 % del profesorado participante normalmente empieza a utilizar las tecnologías digitales después que la mayoría y un 24 % antes (Figura 72).

Figura 72

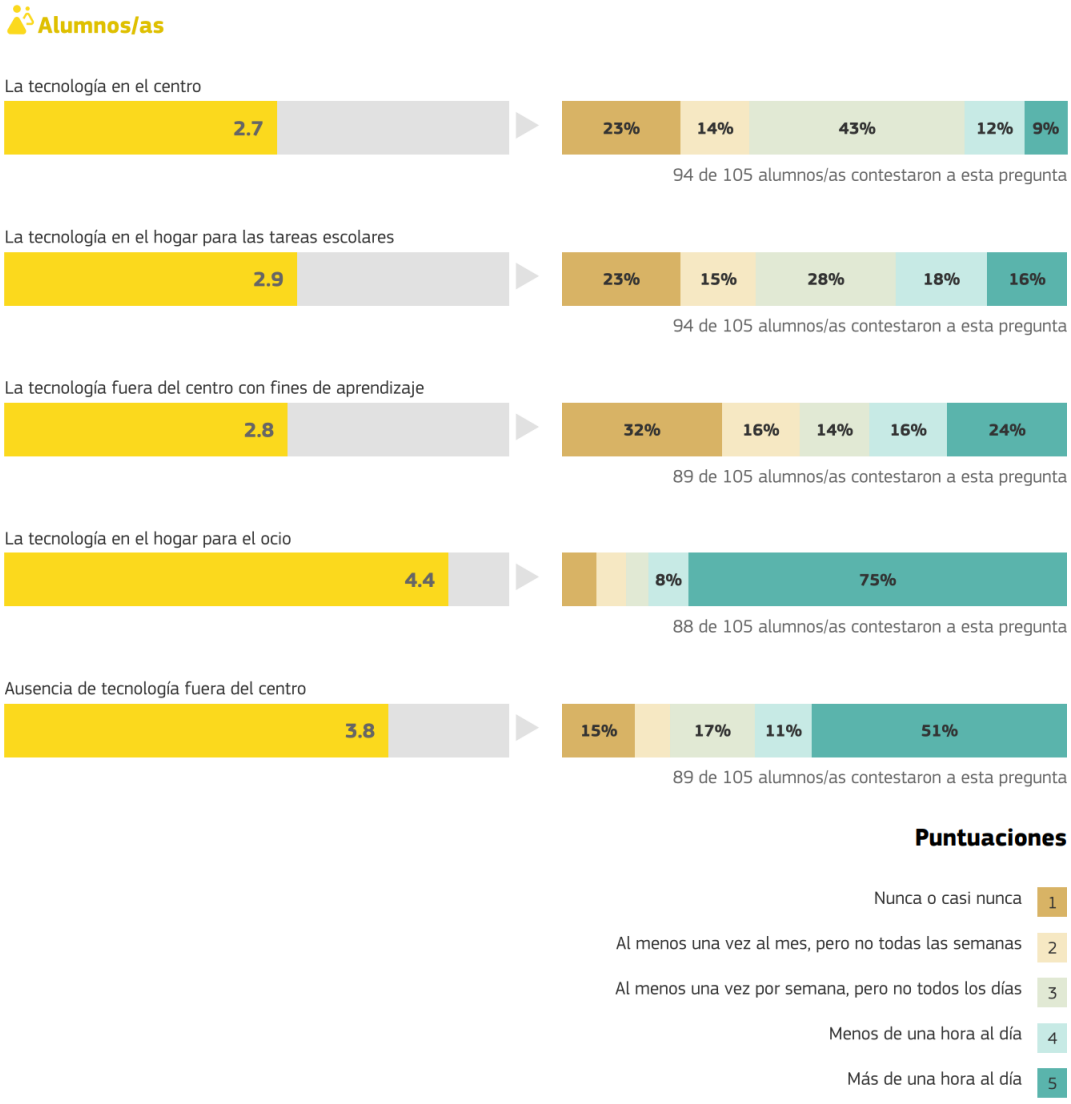
Media de las respuestas por pregunta del área secundaria de adopción de la tecnología



Uso de la tecnología. En cuanto al uso de la tecnología, el 75 % del alumnado usaba la tecnología en el hogar para el ocio más de una hora al día y el 51 % no usaba la tecnología fuera del centro con esa misma frecuencia. Entre los que menos la usaban, el 32 % nunca o casi nunca la usaba fuera del centro con fines de aprendizaje y tampoco el 23 % la usaba en el hogar para las tareas escolares ni el mismo porcentaje la usaba en el centro educativo (Figura 73).

Figura 73

Media de las respuestas por pregunta del área secundaria de uso de la tecnología

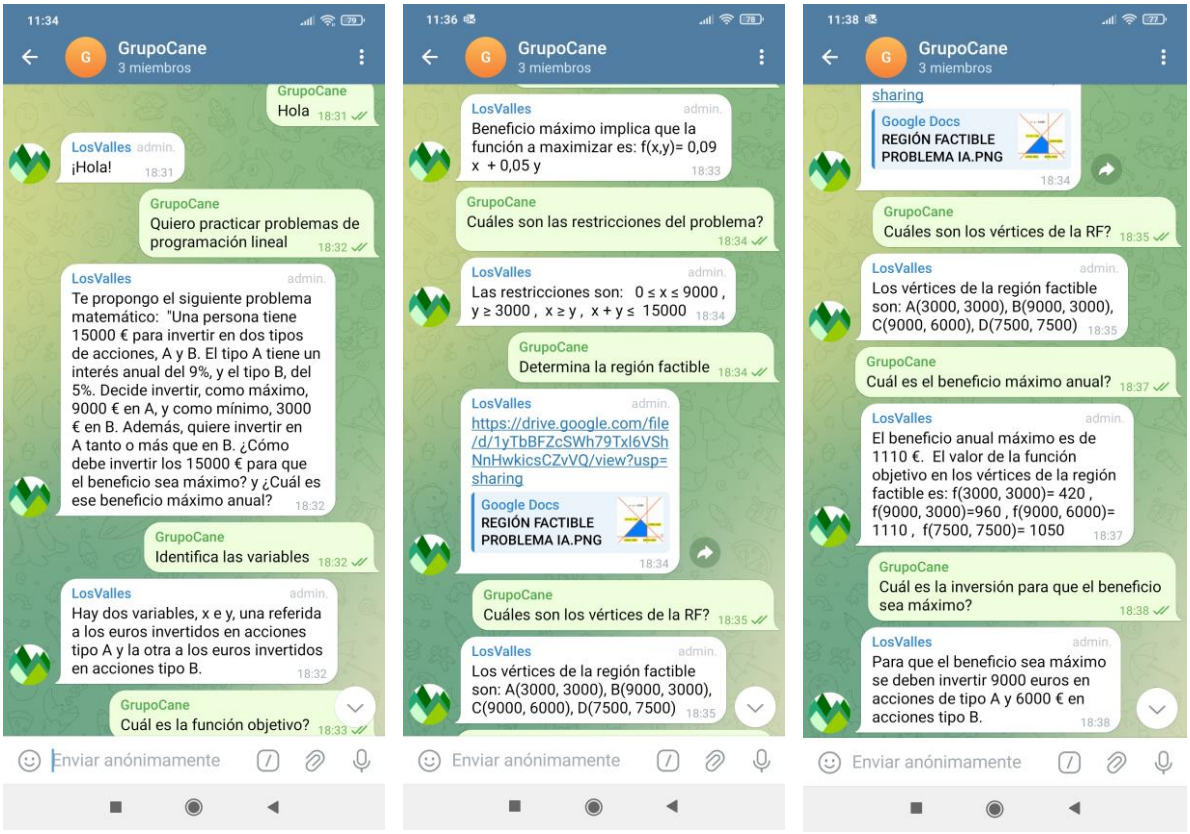


IV.4.4. Interacción del alumnado con el chatbot configurado en Dialogflow

La Figura 74 muestra la interacción con el chatbot de los miembros del grupo de Telegram compuesto por la profesora y las dos alumnas de 2º de Bachillerato de la modalidad de Humanidades y Ciencias Sociales.

Figura 74

Interacción estudiante-chatbot para resolver un problema de programación lineal



La interacción de las alumnas y el chatbot Los Valles se produjo a través de sus dispositivos móviles y la profesora- investigadora que creó el Grupo de Telegram llamado GrupoCane comprobó cómo las alumnas hicieron las preguntas adecuadas para resolver correctamente el problema propuesto. Una de las alumnas utilizó el lenguaje natural para comunicarse con el chatbot Los Valles y la otra lo hizo de forma más abreviada alternando con palabras clave. Posteriormente, en el aula presencial, se exploraron las percepciones del alumnado sobre el uso del chatbot a través de una discusión grupal guiada en la que la docente-investigadora animaba a las alumnas a compartir sus impresiones sobre el chatbot. La investigadora-docente utilizó el guion estructurado, planificado previamente, para la recogida de las observaciones del alumnado sobre el chatbot.

Durante la sesión se desarrollaron las tres etapas de entrada, desarrollo y cierre, previstas en el guion. Inicialmente se expuso el objetivo del intercambio de opiniones para mejorar el chatbot, se aclaró la voluntariedad y se obtuvo el consentimiento para anotar

respuestas de forma anónima; a continuación, se plantearon cinco preguntas sobre percepción general, utilidad y aprendizaje, interacción y motivación, dificultades y propuestas de mejora, favoreciendo el diálogo con trato cercano; y, por último, se invitó al alumnado a hacer comentarios finales, se subrayó la importancia de sus aportaciones para perfeccionar la herramienta y se agradeció su participación.

Resultados de la discusión grupal sobre el chatbot. Las dos alumnas del grupo-materia coincidieron en su percepción positiva sobre el chatbot, les resultó útil porque consiguieron su propósito de resolver el problema de programación lineal, aunque consideraron que la profesora les hubiera dado más detalles sobre algunos aspectos como la representación gráfica de la región factible o la obtención de sus vértices. Les pareció una experiencia diferente porque no habían utilizado nunca un chatbot como ayudante en sus deberes y siempre lo habían asociado con páginas web comerciales. También les resultó fácil de usar, aunque hubieran agradecido que aparecieran botones de menús con las opciones de pregunta por lo que ese sería un aspecto para mejorar junto con la inclusión de recursos para matemáticas y otros contenidos del temario de la materia. Como aportaciones adicionales comentaron su preferencia y costumbre de utilizar su portátil para estudiar en vez del móvil que lo usaban más como entretenimiento y para comunicarse con familiares y amigos y añadieron que el chatbot podría ayudarles también en otras materias y no sólo en matemáticas.

IV.4.5. Análisis del plan de formación del profesorado

Las actividades integradas en el plan de centro de formación del profesorado se enfocan en diferentes aspectos categorizados que responden a los intereses del equipo directivo y del profesorado del IES Los Valles. En la Tabla 34 se muestra el porcentaje de actividades desarrolladas en este centro educativo durante los 4 años de duración del plan.

Tabla 34

Porcentaje de actividades del plan de formación por categoría

Categorías del plan de formación	Porcentaje de actividades del plan
Tecnologías educativas	52.94
Atención a la diversidad	11.76
Fomento de la lectura	11.76
Metodologías activas	5.88
Convivencia	5.88
Patrimonio y entorno	5.88
Desarrollo sostenible	5.88

El 52,94 % de las actividades desarrolladas entre el curso escolar 2016-2017 y el 2019-2020 se centran en las tecnologías educativas abordando la necesidad más inmediata de actualización docente en el uso de nuevas herramientas tecnológicas para el aula, seguido del 11,76 % sobre la atención a la diversidad y el fomento a la lectura que responde por una parte a la inquietud de capacitación en la personalización del aprendizaje para adaptar el proceso educativo a las necesidades de cada estudiante y por otra a la búsqueda de estrategias para fomentar la comprensión en la lectura, logrando un mayor entendimiento en cualquier disciplina, incluidas las matemáticas. El resto del porcentaje se distribuye entre otras categorías como las metodologías activas para lograr una transformación efectiva en la práctica docente o la convivencia, de importancia para mantener un adecuado clima escolar de enseñanza y aprendizaje y otras categorías sobre el patrimonio y entorno o el desarrollo sostenible que pretenden sensibilizar y promover prácticas responsables con el entorno natural, social y cultural.

IV.5. Fase de reflexión del ciclo I

IV.5.1. Cumplimiento de los objetivos del ciclo I

En general se ha cumplido con los objetivos propuestos para el primer ciclo de investigación-acción desarrollado entre los cursos académicos 2016-2017 y 2020-2021. Después de hacer un diagnóstico de la situación del alumnado sobre sus dificultades en matemáticas, sus estilos de aprendizaje predominantes o hábitos de estudio y motivación, considerando también la percepción de los docentes de matemáticas sobre los problemas que enfrentan en la materia y determinando las fortalezas y debilidades del centro educativo objeto de la investigación; se identificaron problemas en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas que afectaban al alumnado, profesorado y al centro, por lo que se propusieron estrategias para abordarlos, diseñando un plan de acción para cada sector implicado. El plan se ejecutó con ayuda de diferentes instrumentos que permitieron recabar información sobre las innovaciones introducidas. Por una parte, con la implementación de un chatbot y la complementación de la enseñanza presencial con entornos virtuales se atendió al desarrollo de personalización y autonomía en los procesos educativos referidos a la materia de matemáticas y por otra parte, para garantizar la efectividad de la tecnología educativa utilizada fue necesario profundizar en la detección de necesidades digitales en el centro a través de la herramienta SELFIE y actuar sobre los principales agentes para mejorar la calidad de la enseñanza a través de un plan de formación docente que permitió la actualización y desarrollo de las competencias profesionales, iniciándose la transformación digital integral del centro. Una de las limitaciones de esta investigación que afecta a esta transformación es que las acciones dirigidas a la integración de la tecnología en el aprendizaje de las matemáticas no se han extendido a otras materias, pero se ha iniciado el camino para continuarlo en un futuro, favorecido por los resultados y conclusiones de la investigación y la difusión de experiencias entre los docentes

aprovechando las oportunidades de colaboración que ofrece el plan interno de formación del profesorado.

IV.5.2. Reflexión sobre las acciones e instrumentos en el ciclo I

Diario de campo. En el diario de campo la investigadora, también profesora de la asignatura de Matemáticas orientadas a las enseñanzas aplicadas de 3º de ESO describe actividades que propone en el aula virtual y que el alumnado realiza de forma presencial en el centro educativo, reflexiona sobre lo que pretende al desarrollar determinadas tareas o porqué toma ciertas decisiones metodológicas. También expresa las características de su alumnado, su evolución y actitud frente a la asignatura incluyendo reflexiones sobre su propia práctica docente y autoevaluando su forma de proceder en busca de estrategias para mejorar la motivación y rendimiento del alumnado en la materia de matemáticas. El análisis de las observaciones y reflexiones docentes aporta información valiosa referida al proceso de enseñanza y aprendizaje permitiendo identificar aciertos y dificultades. A través de las anotaciones periódicas, la profesora puede detectar patrones en el comportamiento de su alumnado, evaluar la efectividad de las estrategias utilizadas y ajustar su planificación según las necesidades reales del aula.

En la investigación, el diario de clase ha favorecido la toma de decisiones más consciente por parte de la profesora generando nuevas ideas para su intervención pedagógica además de ser una fuente de evidencia para los procesos educativos en el aula virtual. Por tanto, el diario de clase no sólo ha permitido documentar la experiencia docente sino también transformarla en conocimiento para mejorar la enseñanza, contribuyendo a una práctica educativa más consciente, reflexiva, autocrítica y orientada al desarrollo y perfeccionamiento.

Portafolio del estudiante. Con el portafolio, no sólo se pretendía evidenciar el aprendizaje del alumnado en matemáticas al combinar entornos de enseñanza presencial y virtual, también, al ser un instrumento que fomenta la autorreflexión sobre el propio

aprendizaje permite observar el progreso individual a lo largo del tiempo, mostrando los logros, desafíos superados y habilidades en desarrollo del alumnado. El portafolio ofrece una visión más completa del proceso de aprendizaje e involucra activamente al alumnado. Al seleccionar y revisar sus trabajos adquiere conciencia de sus fortalezas y debilidades y aprende a autoevaluarse, desarrollando su autonomía. Sin embargo, aunque el portafolio no solo estaba destinado a ser una recopilación de evidencias, sino también una herramienta reflexiva, terminó convirtiéndose en un cuaderno de clase en formato digital sin la pretendida reflexión, a pesar de que su estructura la potenciara.

Cuestionario SELFIE. Tras el análisis de resultados del cuestionario SELFIE se considera para sintetizar y centrar su interpretación la Tabla 35 que asocia rangos de puntuaciones con valoraciones cualitativas.

Tabla 35

Rango de puntuación en las diferentes áreas del cuestionario SELFIE

Rango de Puntuación	Descripción
1.0 – 1.49	Muy baja
1.5 – 2.49	Baja
2.5 – 3.49	Media
3.5 – 4.49	Alta
4.5 – 5.0	Muy alta

A este rango de puntuaciones se asocian en la Tabla 36 las diferentes áreas principales tratadas en el cuestionario SELFIE e identificadas con las letras A, B, C, D, E y F referidas respectivamente al liderazgo, las infraestructuras y equipos, el desarrollo profesional continuo, la enseñanza y aprendizaje, las prácticas de evaluación y las competencias digitales del alumnado.

Tabla 36

Descripción de las puntuaciones en las diferentes áreas del cuestionario SELFIE para cada grupo participante

Participantes	**Puntuación**	**Áreas**
Equipo directivo	Alta	E
	Muy alta	A, B, C, D, F
Profesorado	Alta	A, B, D, E, F
	Muy alta	C
Alumnado	Media	A, D, E, F
	Alta	B

Valoración global. En general las puntuaciones obtenidas por el equipo directivo y el profesorado en todas las áreas son altas o muy altas y en ambos grupos la de menor puntuación ha sido el área sobre prácticas de evaluación que comprende aspectos sobre evaluación digital, evaluación de las capacidades, retroalimentación adecuada, autorreflexión sobre el aprendizaje y comentarios a otros alumnos sobre su trabajo. De estos aspectos los dos últimos son los de menor puntuación dentro esta área.

Además, en el área B sobre infraestructuras y equipo que obtiene puntuaciones altas o muy altas en los tres grupos de participantes se desglosa en seis subáreas, de las cuales el acceso a internet es la que obtiene menor puntuación.

Se destaca también entre las puntuaciones del profesorado, las más altas referidas al desarrollo profesional continuo en consonancia con la estrategia de fomento de la actualización docente a través del plan de formación de centro del profesorado.

En el grupo de alumnado la puntuación de las áreas principales es media-alta, siempre inferior al resto de grupos. En concreto, el área de liderazgo presenta la menor puntuación y dentro de esta, el debate sobre el uso de la tecnología.

Con relación a las áreas secundarias, tanto el equipo directivo como el profesorado destacan la conexión a internet poco fiable o lenta como factor que limita el uso de las

tecnologías en el centro educativo y sobre el uso de la tecnología por parte del alumnado, sobresale la puntuación relativa a usar la tecnología en el hogar para el ocio. También se observa una puntuación media para el uso de la tecnología en el centro y alta para la ausencia de tecnología fuera del centro, lo que indica que existen desigualdades en el uso tecnológico en el hogar entre el alumnado y que es necesario plantear el uso de la tecnología en el centro como área de mejora.

Chatbot. Tras la utilización del chatbot, las dos alumnas de 2º de Bachillerato que cursaban Matemáticas aplicadas a las ciencias sociales reflexionaron sobre su experiencia, expresando en el aula sus opiniones al respecto en una discusión grupal guiada por la docente-investigadora. Ambas coincidieron en que el chatbot supuso una ayuda para realizar la tarea, aunque algunos aspectos podrían concretarse más. Echaron en falta poder preguntar sobre otros contenidos de la materia y aunque estaban de acuerdo en que el chatbot no podía sustituir a su profesora si apreciaban el apoyo proporcionado y su potencial educativo. Como propuestas de mejora sugirieron básicamente la aportación de recursos adicionales y extensión a otros contenidos, la indicación de los pasos a seguir a través de un menú que les facilitase las opciones a las que el chatbot da respuesta y la posibilidad de interacción con el chatbot desde el ordenador. Por ello se plantea una segunda versión del chatbot para matemáticas poniendo el foco en facilitar recursos y contenidos, incorporar menús al chatbot e integrarlo en una plataforma virtual como Moodle.

Plan de formación del profesorado. El equipo directivo del centro educativo junto con el coordinador de formación, calidad e innovación realizaron una valoración final cuantitativa y cualitativa del plan de formación del profesorado.

Valoración del plan de formación. La valoración cuantitativa se basó en los siguientes criterios aportados por el equipo externo de coordinación de formación docente formado por asesores del Centro de Formación e Innovación Educativa-CFIE asociado al centro educativo

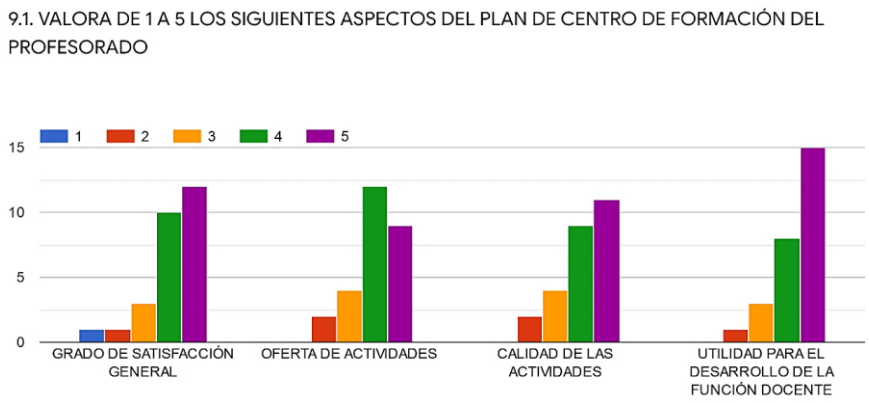
por proximidad: cumplimiento de los objetivos, aprovechamiento de la formación, desarrollo de competencias profesionales, implicación del profesorado, implicación del equipo de formación interno, implicación del equipo externo, coordinación equipo interno-equipo externo, aplicación de la formación al aula, compromiso de aplicación al aula, expectativas de continuidad y grado de satisfacción con el trabajo realizado como equipo interno. La puntuación de cada criterio en una escala de 1 a 10 fue muy alta, oscilando entre 9 y 10 en todos ellos.

La valoración cualitativa fue positiva en cuanto que las actividades incluidas en el plan de formación permitieron la actualización de conocimientos del profesorado relacionados tanto con su especialidad como con contenidos multidisciplinares. Además, adquirieron habilidades tecnológicas necesarias para la integración eficaz de herramientas digitales en los procesos educativos, pusieron en prácticas nuevas estrategias, metodologías pedagógicas y formas de mejorar la convivencia en el aula y se formaron en diversidad e inclusión educativa para poder atender mejor las necesidades del alumnado.

El claustro de profesores del IES Los Valles también valoró el plan de formación de centro a través de un cuestionario en línea cuyos resultados se recogen en la memoria del centro educativo del curso 2019-2020 en el que finalizó el plan como muestra la Figura 75.

Figura 75

Recorte de la valoración del plan de formación del profesorado



En una escala de 1 a 5, los criterios de evaluación: grado de satisfacción general, oferta de actividades, calidad de las actividades y utilidad para el desarrollo de la función docente, reciben mayoritariamente puntuaciones altas, 4 o 5 lo que evidencia la percepción de aprovechamiento y utilidad entre el profesorado y la adecuada oferta y calidad de la formación.

La participación del profesorado en las actividades del plan de formación fue variada con un porcentaje global superior al 50 %. Dados los beneficios aportados por el plan de formación para el desarrollo profesional, la colaboración entre docentes, el ambiente de trabajo motivador y constructivo y la necesidad de que se mantenga en el tiempo para mayor eficacia se propuso la continuidad de las acciones formativas con un nuevo plan para otros cuatro años.

Reflexión sobre el impacto del plan de formación del profesorado en la comunidad educativa. Para el profesorado, el plan de formación de centro supone una oportunidad de desarrollo profesional ya que puede actualizar sus conocimientos y habilidades. Además, fomenta la innovación pedagógica con la adopción de nuevas metodologías y tecnologías educativas y puede aumentar la motivación y cohesión, contribuyendo al bienestar y satisfacción laboral y promoviendo una visión compartida al fomentar el trabajo en equipo. El alumnado también puede obtener beneficios como la mejora en la calidad de la educación al aplicar el profesorado en el aula los saberes adquiridos o desarrollados en las diferentes actividades formativas del plan. Además, la innovación en las prácticas pedagógicas puede contribuir positivamente a mejorar la motivación, participación y resultados académicos del alumnado. También el centro educativo se beneficia del desarrollo profesional docente al formar una comunidad comprometida con la mejora continua de la educación y la búsqueda de soluciones innovadoras a los problemas de aprendizaje del alumnado.

IV.5.3. Ajustes y continuidad

Ámbito del profesorado. El éxito del plan de centro de formación del profesorado radica en mantener la formación a largo plazo, en este caso con una duración de 4 años para

mejorar el nivel de calidad en los procesos de enseñanza y aprendizaje y afrontar los cambios normativos que afectan al sistema educativo. Además, las actividades formativas deben ser relevantes, adaptadas al contexto y necesidades del centro para potenciar la participación entre el profesorado. Por todo ello y dada la relevancia de los beneficios obtenidos se decide continuar con la actualización formativa de los docentes del centro ideando un nuevo plan para desarrollar en otros 4 años.

Ámbito del alumnado. Con la pandemia de COVID-19, la comunidad educativa paso a depender de forma repentina de la tecnología educativa para continuar con los procesos educativos durante la interrupción de la actividad lectiva presencial. Con las experiencias vividas, los centros de enseñanza constataron sus limitaciones y debilidades con relación a la tecnología. No sólo, se vio la necesidad de mejorar el equipamiento e infraestructura del propio centro para garantizar la conectividad a internet y el acceso a ordenadores, portátiles o tabletas, también las prácticas educativas requerían de una mejor integración tecnológica y un uso más frecuente de plataformas como Moodle que permitiesen desarrollar procesos de enseñanza y aprendizaje en entornos virtuales. Por ello, la formación del profesorado debe centrarse tanto en el manejo de herramientas tecnológicas como en su uso pedagógico y en la promoción de metodologías que favorezcan la implicación del alumnado en su aprendizaje, la atención a sus necesidades e intereses con recursos y actividades adecuados a su nivel y ritmo y en el fomento de la autonomía en el aprendizaje. Teniendo esto presente, se pretende mejorar el chatbot como herramienta auxiliar del docente para ayudar al alumnado en la materia de matemáticas en cualquier momento y lugar. En el segundo ciclo de investigación acción, se explora otra plataforma que permita configurar un chatbot según los requerimientos del docente de matemáticas facilitando al alumnado información, actividades y recursos de aprendizaje previamente seleccionados y enfocados en la materia que les permita aprender de forma más autónoma. Además, este chatbot se integra en el entorno virtual de aprendizaje Moodle del

centro educativo, dentro de un curso específico para matemáticas en el nivel de 2º de bachillerato, donde el alumnado pueda estudiar de forma más autónoma en esta materia. Se trata de crear un entorno donde la modalidad presencial y virtual se refuercen mutuamente, de forma que el alumnado puede recibir explicaciones en clase y posteriormente profundizar con actividades en línea, vídeos o evaluaciones digitales.

Ámbito del centro educativo. Dados los resultados y reflexiones sobre el cuestionario SELFIE, las futuras actuaciones en el centro educativo relativas a la tecnología se centran en mejorar la conexión a internet, el uso de la tecnología en los procesos educativos y en fomentar la autoevaluación usando herramientas tecnológicas. Estas pretensiones van unidas a la continuidad de acciones como la autoevaluación del centro sobre su nivel de integración tecnológica a través de la herramienta SELFIE, el uso de un chatbot integrado en una plataforma en línea que ofrezca seguridad y confianza digital para facilitar al alumnado recursos y actividades interactivas con retroalimentación inmediata, fomentando de esta forma los procesos de autoevaluación y el aprendizaje autónomo. Además, la mejora en el centro de la conexión a internet y de equipamiento tecnológico debe ir unida a la insistencia a nivel interno en la actualización de la formación docente en el uso y manejo de nuevas tecnologías y más teniendo en cuenta que cada curso escolar se renueva parte del profesorado dada su situación de interinidad.

V. Segundo ciclo de investigación-acción

V.1 Fase de diagnóstico

En el segundo ciclo de investigación-acción, se incorpora a la fase de diagnóstico las percepciones del profesorado de matemáticas del IES Los Valles sobre las prácticas pedagógicas durante y después del confinamiento por la pandemia de COVID-19. Esta aproximación diagnóstica permitió identificar los principales obstáculos pedagógicos y tecnológicos que afrontaron los docentes, así como las necesidades formativas prioritarias para optimizar su práctica en entornos mixtos de enseñanza-aprendizaje.

V.1.1. Percepción docente sobre los procesos educativos en la pandemia de COVID-19

Métodos. Durante el curso 2020-2021 se llevó a cabo un análisis de contenido de las reflexiones sobre los procesos educativos en la pandemia de COVID-19, aportadas por dos de los tres docentes de matemáticas con destino definitivo en el IES Los Valles, excluyendo a la investigadora para evitar sesgos de deseo de congruencia. Para la recogida de las opiniones y percepciones docentes se utilizó el cuestionario de la Tabla 37 diseñado con carácter exploratorio para la presente investigación.

Tabla 37

Preguntas del cuestionario para docentes de matemáticas del IES Los Valles

Ejes	Pregunta	Enunciados
E1	P1.	Según tu propia experiencia, durante el confinamiento debido a la pandemia por coronavirus: ¿Qué aspecto o aspectos positivos y/o negativos puedes destacar de los procesos de enseñanza y aprendizaje de las Matemáticas?
	P2.	¿Qué es lo que más te preocupa de lo que sucedió durante el confinamiento por su repercusión en la enseñanza y el aprendizaje del alumnado y que se podría hacer para solucionarlo?
	P3.	¿Haciendo una valoración global, consideras que, durante el confinamiento, en el tercer trimestre del curso 2019-2020, los procesos de enseñanza y de aprendizaje han sido mejores o peores que en los trimestres presenciales previos? ¿Por qué?

Ejes	Pregunta	Enunciados
E2	P4.	Después de la experiencia del curso 2019-2020. Indica las medidas que has adoptado a nivel profesional para mejorar tu práctica docente y el aprendizaje del alumnado en Matemáticas.
	P5.	Comparando con cursos anteriores a la pandemia, reflexiona sobre los cambios introducidos en los siguientes elementos durante el curso 2019-2020. a. Contenidos b. Actividades y pruebas de evaluación c. Estrategias e instrumentos de evaluación
E3	P6.	Las instrucciones sobre evaluación en el tercer trimestre del curso 2019-2020, se centraban en las recuperaciones de la 1ª y 2ª evaluación, ¿esta medida afectó de algún modo al alumnado que no tenía que recuperar estas evaluaciones en Matemáticas?
	P7.	¿A qué crees que se debe la mejora de resultados académicos de Matemáticas en el IES Los Valles durante el curso 2019-2020?
	P8.	Los resultados académicos en Matemáticas de 2º de ESO durante el curso 2019-2020 muestran diferencias significativas respecto al curso anterior. Si fuiste docente de este grupo, ¿qué crees que ha podido influir para que se produzcan estas diferencias?

Nota. Extraído de Giraldo Pérez et al. (2024)

El cuestionario de preguntas abiertas se diseñó sobre tres ejes o bloques temáticos. El primero (E1) exploró cómo el confinamiento afectó la enseñanza y el aprendizaje de las Matemáticas, incluyendo ítems sobre beneficios y dificultades observados, inquietudes del profesorado y una valoración global de la educación no presencial (P1, P2, P3). El segundo bloque (E2) se centró en las estrategias de los docentes durante y tras el confinamiento, preguntando por las mejoras implementadas y las modificaciones realizadas en los elementos curriculares: contenidos, actividades, pruebas y herramientas de evaluación (P4, P5). Finalmente, el tercer bloque (E3) abordó la evaluación y los resultados académicos del curso 2019-2020, con preguntas sobre la atención al alumnado exento de recuperaciones en el tercer trimestre y el análisis de las variaciones en los resultados finales (P6, P7, P8).

Resultados. Los resultados presentados en el artículo "Impacto de las Instrucciones de Evaluación en los Resultados de Matemáticas en Secundaria durante la Pandemia de COVID-19" (Giraldo Pérez et al., 2024) se resumen a continuación.

Impacto del confinamiento en la enseñanza y aprendizaje de las Matemáticas. Durante el periodo de enseñanza no presencial, el profesorado destacó como principal ventaja la incorporación y el manejo de herramientas digitales, lo que facilitó la continuidad de las clases. Sin embargo, señalaron limitaciones como las dificultades técnicas, la sobrecarga de tareas y la ausencia de comunicación oral directa. La inquietud destacada fue la relajación del ritmo de trabajo del alumnado, por lo que se sugirieron mejoras como dar pautas claras, ajustar la exigencia en función del esfuerzo y articular actividades de refuerzo. En su valoración global, coincidieron en que los procesos de enseñanza-aprendizaje durante el tercer trimestre de 2019-2020 fueron peores que en los trimestres presenciales previos, atribuyéndolo a la inseguridad generada por la falta de instrucciones precisas y a la ausencia de interacción cara a cara.

Adaptaciones docentes durante y después del confinamiento. Tras la experiencia del curso 2019-2020, los docentes implementaron diversas estrategias para optimizar su práctica: reforzaron el uso de plataformas de comunicación y gestión de tareas, incorporaron recursos audiovisuales e interactivos y redujeron el uso de materiales impresos. En cuanto a los elementos curriculares modificados durante el confinamiento por la COVID-19, se priorizaron contenidos esenciales, se diseñaron actividades orientadas al trabajo individual y se sustituyeron los exámenes escritos tradicionales por actividades de evaluación adaptadas al entorno virtual.

Evaluación y resultados académicos del curso 2019-2020. Las instrucciones centradas en la recuperación de las primeras dos evaluaciones tuvieron un efecto negativo en aquellos alumnos que no necesitaban recuperarlas, ya que disminuyó su implicación en el tercer trimestre. No obstante, la introducción de criterios de recuperación más accesibles y la

posibilidad de mejorar la nota media incentivaron una mejora global en las calificaciones de Matemáticas en el centro. En el caso de 2.º de ESO, se atribuye las diferencias respecto al curso anterior a la flexibilidad de las recuperaciones y al refuerzo de tareas durante el confinamiento, factores que redundaron en un aumento de aprobados y de las notas medias.

Conclusiones. Desde la perspectiva docente, las prácticas pedagógicas durante el confinamiento se centraron en ampliar el uso de la tecnología, atender al trabajo individual del alumnado y disminuir el nivel de exigencia. La adaptación de estrategias y recursos para la enseñanza y evaluación de las matemáticas durante el confinamiento supuso un antes y un después en la práctica docente. El profesorado fue consciente de sus limitaciones formativas para enseñar de forma eficaz en entornos virtuales, de la necesidad de potenciar la autonomia y el refuerzo en el aprendizaje del alumnado con recursos adicionales y combinando prácticas presenciales y virtuales en la enseñanza. Esto reafirma la continuidad de las acciones principales del primer ciclo centradas en el uso del chatbot en entornos virtuales, el desarrollo profesional docente y la autoevaluación sobre la capacidad tecnológica del centro educativo.

V.2 Fase de planificación

V.2.1. Decisiones tras el primer ciclo

En la Tabla 38 se resumen los ajustes de las acciones emprendidas en el primer ciclo de investigación-acción.

Tabla 38

Ciclo II: Ajuste de las acciones del ciclo I de investigación - acción

Principales acciones	**Ciclo I**	**Ciclo II**	**Modificaciones realizadas en el ciclo II**
Integración de tecnología educativa para apoyar el aprendizaje de las matemáticas	Desarrollo de un curso de matemáticas en la plataforma Moodle para 3º de ESO. Uso de un chatbot configurado en Dialogflow e integrado	Uso de un chatbot configurado en Snatchbot e integrado en la plataforma Moodle para reforzar	Nueva plataforma de configuración del chatbot. Integración del chatbot en Moodle.

Principales acciones	Ciclo I	Ciclo II	Modificaciones realizadas en el ciclo II
	en Telegram para ayudar al alumnado de 2º de Bachillerato a resolver problemas matemáticos	matemáticas de 2 Bachillerato.	Función principal del chatbot: reforzar matemáticas. Estructura del chatbot modular con menús de opciones.
Autoevaluación sobre integración de la tecnología educativa	Uso en el curso 2019-2020 del cuestionario SELFIE basado en el marco europeo DigCompOrg con 6 áreas principales y 6 secundarias	Uso en el curso 2021-2022 del cuestionario SELFIE ampliando las áreas principales y secundarias	En el cuestionario SELFIE se pasa de 6 a 8 áreas principales y de 6 a 10 áreas secundarias
Desarrollo profesional docente	Desarrollo del 1º plan de centro de formación del profesorado enfocado en tecnología educativa	Desarrollo del 2º plan de centro de formación del profesorado enfocado en tecnología educativa	Se amplía la oferta de actividades formativas sobre metodologías activas

Para continuar con la mejora de los procesos de enseñanza y aprendizaje en matemáticas integrando tecnología educativa, se contemplan las siguientes estrategias para este nuevo ciclo de investigación-acción:

E1- Explorar nuevas plataformas de configuración del chatbot para adaptarlo a las mejoras propuestas por el alumnado de matemáticas en 2º de Bachillerato.

E2- Facilitar el acceso al chatbot desde la plataforma Moodle de gestión del aprendizaje.

E3- Centrar la utilidad del chatbot en el refuerzo de conceptos y actividades de matemáticas a través de la facilitación de recursos adecuados para cubrir las necesidades formativas del alumnado en la materia Matemáticas II de 2º de bachillerato y para el aprendizaje en línea.

E4- Ofrecer una navegación clara y modular para que el alumnado seleccione rápidamente el tipo de ayuda que necesita.

E5- Hacer un seguimiento del uso de las tecnologías digitales en el centro, ampliando las áreas de autoevaluación en el cuestionario SELFIE.

E6- Potenciar la capacitación tecnológica del profesorado mediante una oferta formativa variada y centrada en el uso eficaz de la tecnología en los procesos educativos.

E7- Mejorar el equipamiento y la infraestructura tecnológica en el centro educativo.

V.2.2. Plan de acción

Se plantea el siguiente plan de acción, Tabla 39, para modificar y mejorar los procesos educativos en el IES Los Valles.

Tabla 39

Plan de acción

Líneas prioritarias	**Áreas de mejora**	**Acciones**	**Estrategias**	**Recursos**	**Tiempo**
Enseñanza de matemáticas (Ámbito docente)	Actualización docente	Autoaprendizaje para la configuración del chatbot en la plataforma Snatchbot	E1, E4	Plataforma Snatchbot	2022-2023 (segunda versión de tres)
		Desarrollo del segundo plan de formación docente	E6	Plan de centro de formación del profesorado	4 años hasta renovación del plan 2020-2021 a 2023-2024
Aprendizaje de matemáticas (Ámbito del alumnado)	Aprendizaje autónomo	Desarrollar e implementar un chatbot para matemáticas integrado en un aula virtual Moodle	E2, E3	Recursos en la web	2022-2023
Digitalización (Ámbito de centro)	Infraestructura	Dotar al centro de mejor conectividad y más equipamiento informático	E7	Programas Escuelas Conectadas y NextGenerationEU	De 2016-2017 a 2024-2025
	Capacitación digital	Hacer autoevaluaciones bienales SELFIE sobre la integración	E5	Cuestionario en línea SELFIE de	Cada 2 años. 2021-2022

Líneas prioritarias	Áreas de mejora	Acciones	Estrategias	Recursos	Tiempo
		TIC en los procesos educativos		la Unión Europea	

V.2.3. Diseño general del ciclo II

En las Tablas 40, 41, 42 y 43 se concretan las diferentes fases del segundo ciclo de investigación-acción.

Tabla 40

Diseño de la fase de planificación

Objetivos de fase	Acciones	Recursos	Responsables	Evidencias o productos	Año
Identificar áreas de mejora Diseñar un plan de acción para continuar mejorando los procesos educativos	Concretar los aspectos más relevantes para modificar y mejorar en los ámbitos del centro educativo, del profesorado y del alumnado	Reflexiones del ciclo 1	Investigadora	Plan de acción	2020-2021

Tabla 41

Diseño de la fase de acción

Objetivos de fase	Acciones	Recursos	Responsables	Evidencias o productos	Año
Implementar las modificaciones de las acciones del ciclo 1	Ejecución de estrategias para autoevaluar el uso de las tecnologías digitales en el centro educativo	Cuestionario en línea SELFIE	Investigadora y tutores de ESO	Datos de participación	2021-2022
	Ejecución de estrategias para modificar y mejorar los procesos educativos en matemáticas	Chatbot de plataforma Snatchbot integrado en el entorno virtual de enseñanza y aprendizaje Moodle	Investigadora	Imágenes de configuración del chatbot	2022-2023

Objetivos de fase	Acciones	Recursos	Responsables	Evidencias o productos	Año
	Ejecución de estrategias para mejorar la capacitación tecnológica docente	Asesores del Centro de Formación e Innovación Educativa asociado al centro educativo	Investigadora y coordinador de formación, calidad e innovación en el centro	Plan de centro de formación del profesorado	De 2020-2021 a 2023-2024

Tabla 42

Diseño de la fase de observación

Objetivos de fase	Acciones	Recursos	Responsables	Evidencias o productos	Año
Recoger y analizar datos de las acciones implementadas	Análisis estadístico descriptivo de las respuestas al cuestionario SELFIE	Resultados del cuestionario SELFIE en la web de la UE	Investigadora	Informe SELFIE	2021-2022
	Observación y análisis de la interacción con el chatbot en el aula virtual	Registro de información más consultada por el alumnado a través del chatbot	Investigadora	Imágenes de interacción con el chatbot	2022-2023
	Análisis estadístico descriptivo de las actividades desarrolladas en el plan de centro de formación del profesorado	Memoria del 2º plan de centro de formación del profesorado	Investigadora	Informe sobre la oferta formativa para el profesorado	2023-2024

Tabla 43

Diseño de la fase de reflexión o evaluación

Objetivos de fase	Acciones	Recursos	Responsables	Evidencias o productos	Año
Evaluar las acciones y ajustar estrategias para mejorar los procesos educativos.	Discusión de hallazgos Propuesta de mejora	Resultados obtenidos en la observación	Investigadora	Recomendaciones y ajustes para futuras mejoras	2022-2023

V.2.4. Formación del profesorado

Se diseña la formación del profesorado con un segundo plan para desarrollar en otros 4 años. Las categorías en las que se organizan las diferentes actividades se mantienen respecto al primer plan salvo la atención a la diversidad que, aunque no se contempla específicamente, si se integra en actividades de otras categorías. El número de actividades por categoría dentro del plan de formación se muestra en la Tabla 44.

La detección de las necesidades formativas del profesorado se realiza durante el mes de mayo de cada curso escolar para concretar la oferta de actividades formativas desde el centro educativo adaptándola a los intereses de su equipo docente. El responsable de recoger la información recibida por los docentes a través del correo institucional es el coordinador de formación, calidad e innovación.

Tabla 44

Distribución por categorías de actividades del plan de centro de formación del profesorado

Categorías	**Número de actividades totales**	**Distribución de actividades por curso escolar**			
		2020-2021	**2021-2022**	**2022-2023**	**2023-2024**
Tecnologías educativas	8	2	2	2	2
Metodologías activas	4	_	2	1	1
Convivencia	2	1	_	1	_
Patrimonio y entorno	3	1	1	1	_
Desarrollo sostenible	2	_	1	_	1
Fomento de la lectura	1	_	_	_	1
Total	20	4	6	5	5

El número de actividades propuesto se adapta para que no sea excesivo, pero satisfaga las necesidades formativas detectadas.

V.2.5. Diseño de cuestionario SELFIE

Tras la primera aplicación del cuestionario SELFIE en el curso escolar 2019-2020, se continuó con la estrategia de autoevaluar la capacidad digital del IES Los Valles en 2021-2022

para apreciar los cambios producidos en el proceso de digitalización del centro educativo a largo plazo.

Cambios en las áreas del cuestionario SELFIE. Respecto del cuestionario SELFIE de 2019-2020 que constaba de seis áreas principales donde se agrupaban las preguntas dirigidas a los tres grupos destinatarios: equipo directivo, profesorado y alumnado, en 2021-2022 se añaden dos áreas más que resultan de la división del área de Liderazgo en una parte de Liderazgo y otra de Colaboración e interconexión y del área de Enseñanza y Aprendizaje en una parte de Pedagogía: Apoyos y Recursos y otra parte de Pedagogía: Implementación en el Aula. Además de las áreas principales, en 2019-2020 el cuestionario contaba con otras seis áreas complementarias que también se ampliaron en la segunda aplicación del cuestionario con cuatro áreas más: Factores negativos para aprendizaje mixto, Factores positivos para aprendizaje mixto, Acceso del alumnado a dispositivos fuera del centro educativo y Conocimiento técnico del alumnado. A continuación, se describen las nuevas áreas tanto principales como secundarias añadidas respecto del primer cuestionario SELFIE.

Modificación y ampliación de áreas principales:

- ***Colaboración e interconexión***. Esta área aborda las estrategias que las instituciones educativas pueden adoptar para promover una cultura de colaboración y comunicación, facilitando el intercambio de experiencias y el aprendizaje tanto dentro como fuera de la comunidad escolar.
- ***Pedagogía: apoyos y recursos***. Esta área se relaciona con la preparación y actualización de las prácticas de enseñanza y aprendizaje para integrar efectivamente las tecnologías digitales en el proceso educativo.
- ***Pedagogía: Implementación en el Aula*****.** Esta área se enfoca en la implementación de tecnologías digitales en el entorno educativo, mediante la actualización e innovación de las estrategias pedagógicas utilizadas en el aula.

Ampliación de áreas secundarias:

- ***Factores negativos para aprendizaje mixto***. En esta área se evalúan los aspectos que pueden tener un impacto desfavorable en el aprendizaje mixto, que combina métodos presenciales y virtuales.
- ***Factores positivos para aprendizaje mixto***. Aquí se exploran los elementos que contribuyen positivamente al aprendizaje mixto, mejorando su efectividad y beneficios.
- ***Acceso del alumnado a dispositivos fuera del centro educativo***. Esta área se refiere a si los estudiantes tienen acceso a dispositivos digitales (como computadoras, tabletas, teléfonos móviles) en sus hogares para actividades educativas.
- ***Conocimiento técnico del alumnado***. Se evalúa el nivel de competencia técnica de los estudiantes cuando participan en lecciones que utilizan tecnologías digitales en un entorno no presencial, como el hogar

Preguntas del cuestionario SELFIE

Las preguntas de los cuestionarios SELFIE pueden verse en el Anexo F. Estas preguntas tienen los enunciados adaptados para cada uno de los tres grupos a los que se dirigen y son de respuesta cerrada con varias opciones y escalas numéricas de 1 a 5 puntos la más común.

V.2.6. Diseño de chatbot

La Tabla 45 muestra el diálogo configurado en la plataforma SnatchBot para introducir cada apartado del chatbot.

Tabla 45

Configuración de interacción del chatbot

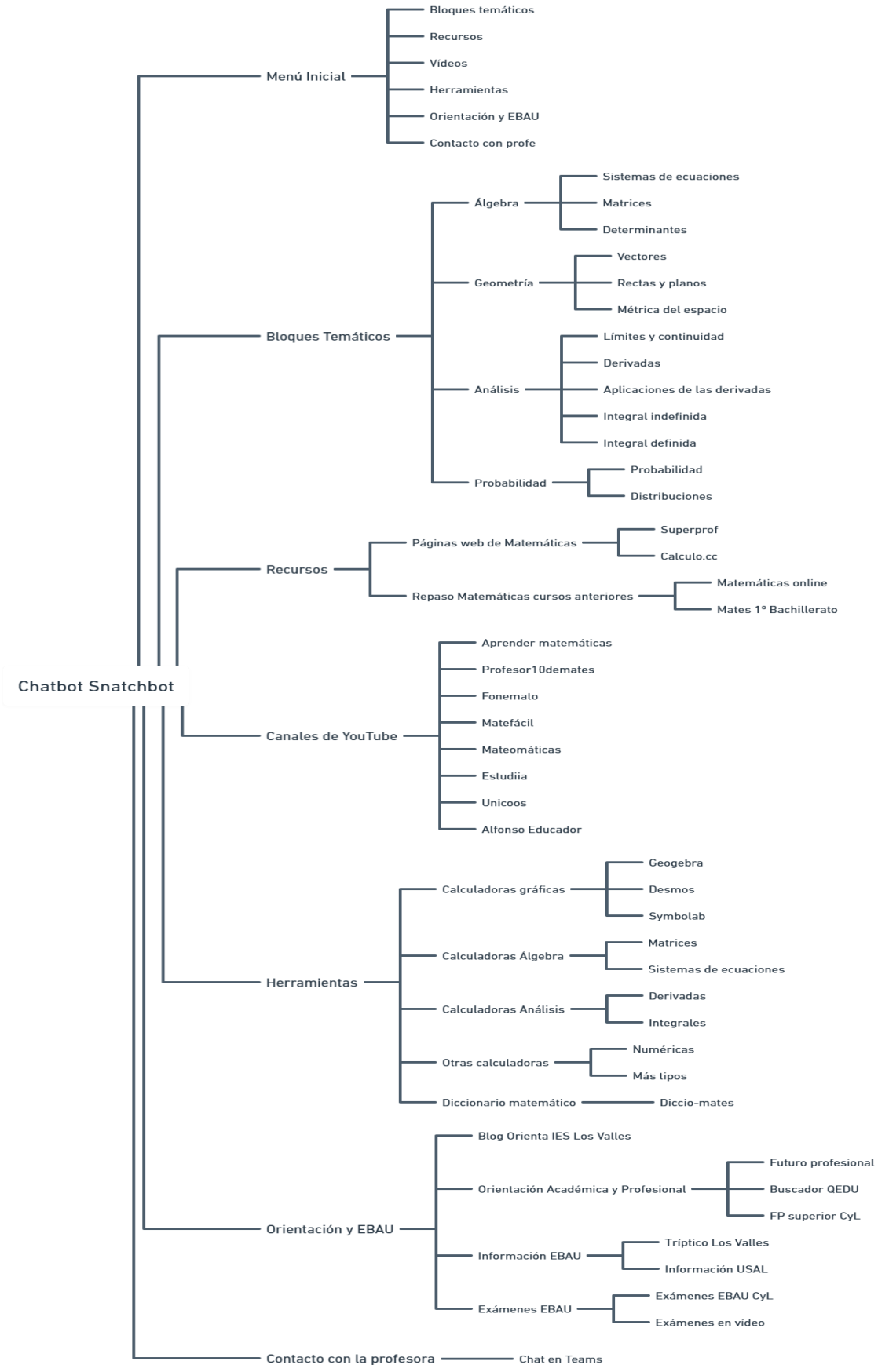
Interacciones	**Dialogo introductorio de interacción del chatbot en SnatchBot**
Presentación	¡Hola! Clica aquí para encontrar más información y ayuda con las mates

Interacciones	**Dialogo introductorio de interacción del chatbot en SnatchBot**
Menú inicial	Hola, soy tu profe virtual, ¿necesitas ayuda con las mates? Estos son los aspectos en los que puedo ayudarte
Bloques temáticos	Elige el bloque que te interesa repasar
Menú temas Álgebra	Elige el tema del bloque de Álgebra
Menú temas Geometría	Elige el tema del bloque de Geometría
Menú temas Análisis	Elige el tema del bloque de Análisis
Menú temas Probabilidad	Elige el tema del bloque de Probabilidad
Recursos	En las siguientes páginas web podrás disponer de teoría, actividades y explicaciones sobre contenidos de Matemáticas para 2º de Bachillerato
Canales Youtube	Puedes visitar algunos canales de Youtube con explicaciones y actividades de Matemáticas
Herramientas	Aquí tienes algunas herramientas que puedes utilizar en Matemáticas
Orientación y EBAU	¿Necesitas información sobre la EBAU y tu futuro académico y profesional?
Contacto profe	¿Tienes más dudas? Chatea con tu profesora en Teams

La estructura del chatbot con las opciones de navegación se muestra en la Figura 76.

Figura 76

Estructura del chatbot configurado en la plataforma SnatchBot



Nota. Gráfico de elaboración propia.

V.3 Fase de acción

V.3.1. Participantes

La Tabla 46 muestra los rasgos básicos de los participantes en las diferentes acciones que se desarrollaron en el segundo ciclo de la investigación.

Tabla 46

Características de los participantes en las acciones referidas al período entre 2020-2021 y 2022-2023

Ámbitos	Acciones	Participantes	Número-Porcentaje	Características
Centro	Evaluación con SELFIE	Equipo directivo	3-100%	Cargos: directora, jefe de estudios y secretaria
		Profesorado	15-100%	Con una antigüedad mínima de un año en el centro educativo
		Alumnado	99-87%	De 1º a 4º de ESO
Profesorado	Formación interna	Profesorado	>50 %	Pertenecen al IES Los Valles
Alumnado	Chatbot integrado en el aula virtual	Alumnado	7-100%	Cursan Matemáticas II de 2º de Bachillerato

V.3.2. Calendario de actuación

Los periodos en los que tuvieron lugar las diferentes acciones desarrolladas durante el segundo ciclo de investigación-acción se muestran en la Tabla 47.

Tabla 47

Periodos de recogida de datos en el ciclo II de la investigación

Instrumento de recogida de datos	Periodo
Cuestionario SELFIE	Del 27-01-2022 al 12-02-2022
Chatbot configurado en Snatchbot e integrado en Moodle	Curso 2022-2023
Memoria del plan de centro de formación del profesorado	Del 2020-2021 al 2023-2024

V.3.3. Implementación del plan de formación del profesorado

La investigadora interviene activamente en todos los procesos vinculados al plan de formación de centro del profesorado, desde la detección de las necesidades formativas de los docentes, la planificación de la formación en el centro educativo, el desarrollo e implementación de algunas de las actividades formativas hasta la evaluación de estas.

En la Tabla 48 se muestran las actividades del segundo plan de formación de centro de 4 años implementadas en el periodo comprendido entre el curso escolar 2020-2021 y el 2023-2024 junto con su categorización según los objetivos y contenidos de cada actividad.

Tabla 48

Categorización de actividades formativas

Categorías	**Código-Título**
Tecnologías educativas	C1-Manejo de herramientas Office 365
	C2-Herramientas digitales para la enseñanza
	C3-Filmación. Proyecto CoDiCe TIC
	C4-Digitalización del aula
	C5-TIC para espacios EFFA
	S1-Fotografía en el entorno escolar
	S2- Repositorio digital
	S3- Impresión 3D
Metodologías activas	C6-Gamificación
	C7-Diseño, metodología y evaluación en espacios EFFA
	S5-Escape room
	G1-Aprendizaje Basado en Proyectos
Convivencia	C8-Disciplina positiva
	G2-Aprendemos a convivir
Patrimonio y entorno	C9-Conocemos nuestro entorno I
	C10-Conocemos nuestro entorno II
	C11-Patrimonio cultural y natural del valle del Tera
Desarrollo sostenible	G3-La energía mueve el mundo
	G4-Planes de centro de sostenibilidad e igualdad

Fomento de la lectura	G5- BiblioValles

Nota. El código alfanumérico asociado a cada actividad se compone de las letras C, S o G para indicar si la modalidad de la actividad es curso, seminario o grupo de trabajo respectivamente y un número de orden para cada modalidad.

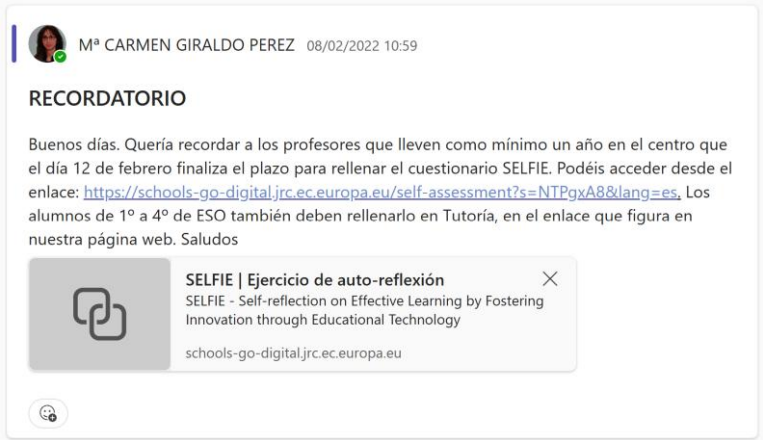
Los intereses formativos del profesorado y del centro educativo reflejados en las actividades ofertadas en el segundo plan continúan apuntando a las tecnologías educativas al igual que en el primer plan de formación del profesorado que se desarrolló en el periodo comprendido entre 2016-2017 y 2019-2020.

V.3.4. Implementación del cuestionario SELFIE

El cuestionario de evaluación SELFIE se aplicó durante el periodo de 17 días comprendido entre el 27 de enero y el 12 de febrero de 2022. El cuestionario en línea estaba alojado en la web de la Unión Europea, dentro del Espacio Europeo de Educación (EEE) con localizador URL (Uniform Resource Locator): https://education.ec.europa.eu/es/selfie. La investigadora como representante del IES Los Valles seleccionó el periodo de apertura y las preguntas del cuestionario y proporcionó los datos sobre el número de participantes de cada grupo: equipo directivo, profesorado con un año o más de antigüedad en el centro y alumnado de primero a cuarto de la ESO. El acceso de cada grupo al cuestionario fue a través de un enlace que se generó al finalizar la configuración del cuestionario. El enlace para el profesorado se distribuyó a través del equipo de profesorado del IES Los Valles creado con la aplicación Teams de Microsoft como muestra la Figura 77.

Figura 77

Información al profesorado y distribución del enlace al cuestionario SELFIE



Nota. Captura de pantalla realizada en el canal de Teams del profesorado del IES Los Valles.

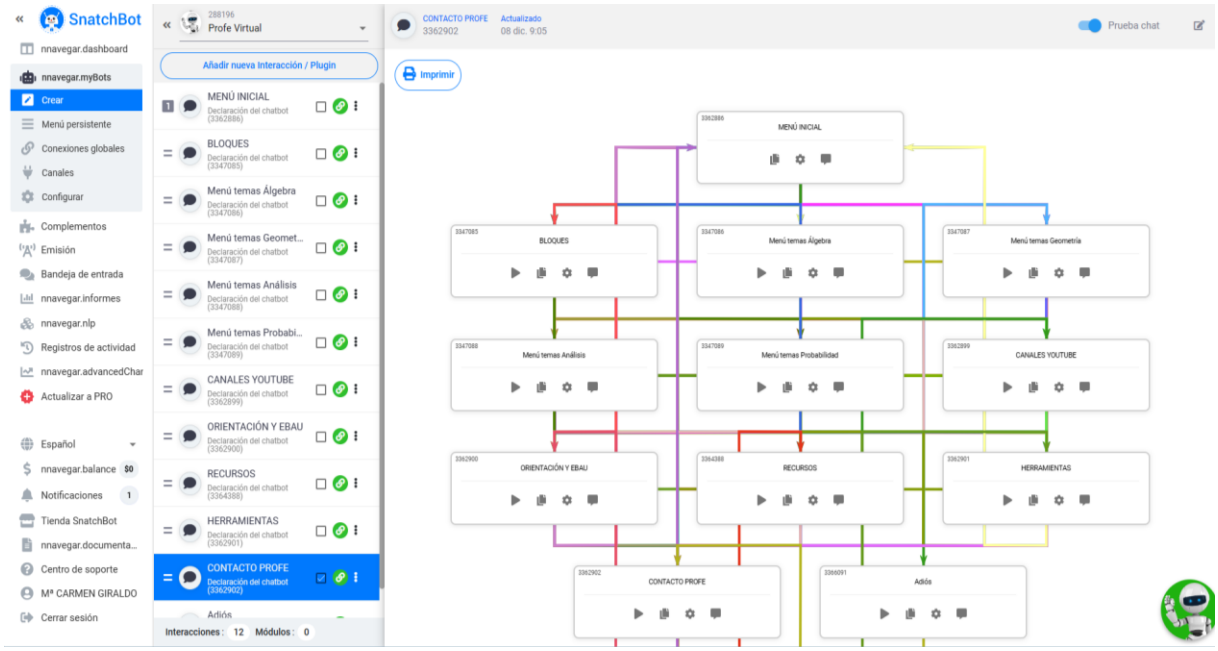
El alumnado cumplimentó el cuestionario por medio de los ordenadores de las aulas de informática y audiovisuales durante la sesión de 50 minutos de tutoría en presencia del tutor responsable de cada grupo de alumnos de niveles de 1º a 4º de ESO.

V.3.5. Configuración e implementación del chatbot

Configuración del chatbot en la plataforma SnatchBot. Las opciones de configuración del chatbot en la plataforma SnatchBot permiten la creación de las interacciones usuario-bot de acuerdo con la estructura previamente diseñada para el curso en línea de la materia Matemáticas II. En el panel de edición de cada interacción se incorporan los diálogos, las imágenes e hipervínculos de cada sección. La Figura 78 muestra la estructura de interacciones del chatbot.

Figura 78

Creación de interacciones con el chatbot en la plataforma SnatchBot

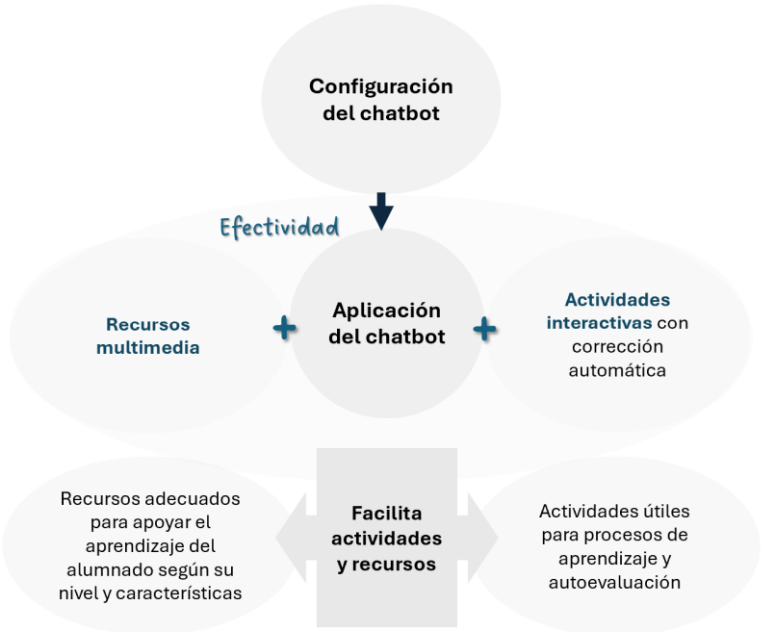


Nota. Captura de pantalla realizada en la plataforma SnatchBot.

Implementación del chatbot. La experiencia educativa con el chatbot configurado en la plataforma Snatchbot e integrado en el curso en línea de la asignatura de Matemáticas II de 2º de Bachillerato de la modalidad de Ciencias se centró en mejorar la interacción contenido-estudiante proporcionando recursos de interés académico y profesional para el alumnado. Para esta segunda experiencia con un chatbot, tras las observaciones y propuestas de mejora de la primera experiencia focalizada en la resolución de problemas, se planteó poner el foco de atención en apoyar el aprendizaje autónomo del alumnado proporcionando recursos y actividades previamente seleccionados por la docente-investigadora como muestra la Figura 79.

Figura 79

Experiencia educativa con el chatbot configurado en Snatchbot e integrado en Moodle



Nota. Gráfico de elaboración propia.

La acción docente se centró en seleccionar recursos en línea de calidad adecuados al nivel y características del alumnado y en proporcionar actividades interactivas con autocorrección automática para potenciar los procesos de aprendizaje y autoevaluación en matemáticas. Además, el chatbot también permitió la obtención de información relacionada con el futuro académico y profesional del alumnado y todo ello a través de menús con botones interactivos para facilitar el acceso rápido a las fuentes de información, recursos y actividades. El grupo de estudiantes que cursaban la asignatura de Matemáticas II estaba compuesto por 4 alumnos y 3 alumnas, de los cuales un alumno tenía dificultades previas como evidenciaba su repetición de curso debido a la no superación de Matemáticas II y de otras materias. El alumnado percibió el chatbot como un facilitador de recursos y lo utilizó para acceder a páginas web con contenido matemático adecuado a su nivel de competencia curricular, actividades interactivas, vídeos explicativos, diferentes herramientas digitales e información académica y profesional para su futuro próximo. En general el chatbot despertó el interés del alumnado que apreció su potencial educativo.

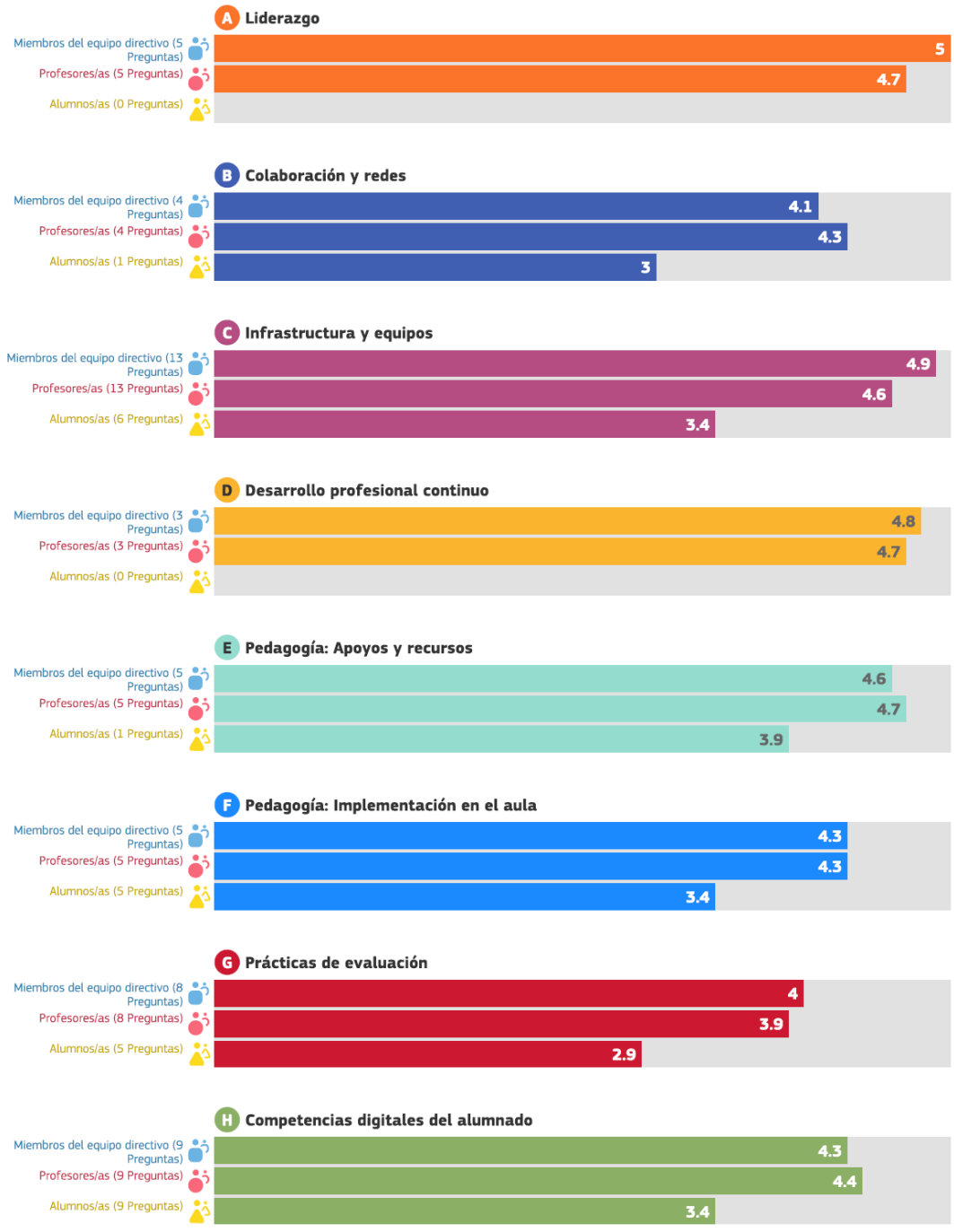
V.4 Fase de observación

V.4.1. Resultados del cuestionario SELFIE de 2021-2022

Áreas principales. En la Figura 80 se muestra un resumen gráfico de las medias obtenidas en cada área para cada perfil de usuario.

Figura 80

Media de las respuestas por perfil y área



Para el grupo o perfil de equipo directivo (lideres escolares) el promedio de respuestas más alto corresponde al área de Liderazgo con una puntuación de 5, también en esta área se obtiene el promedio más alto para el grupo de profesorado con valor 4,7 al igual que en las áreas de Desarrollo Profesional Continuo y de Pedagogía: Apoyos y Recursos. En esta última área, el alumnado obtiene el promedio de respuestas más alto de 3,9 que difiere 0,8 puntos del máximo valor medio del profesorado. En cuanto al área en las que se obtienen peores promedios, coinciden los tres grupos en el área de Prácticas de evaluación con una puntuación de 4 para el equipo directivo, 3,9 para el profesorado y 2,9 para el alumnado. Hay que destacar además que en todas las áreas en las que figuran los tres grupos, los promedios menores se dan en el grupo de alumnado.

Las mayores diferencias de promedios entre grupos son de 1,5 puntos entre el alumnado y el equipo directivo en el área de Infraestructura y Equipamiento y de 1,3 puntos entre el alumnado y el profesorado en el área de Colaboración y trabajo en red. Sin embargo, la diferencia máxima entre los promedios obtenidos para el equipo directivo y el profesorado es de 0,3 puntos y se produce en las áreas de Liderazgo y de Infraestructura y equipamiento.

Un análisis más detallado por área permitió concretar los aspectos destacados que formaron parte de las fortalezas a mantener y las debilidades a minimizar.

Área de liderazgo. El área de liderazgo (Figura 81), está constituida por tres preguntas que responden los grupos del equipo directivo y del profesorado y los promedios de las respuestas en la escala de 1 a 5 se mantienen altos, siendo el valor más bajo 4,7 en la pregunta A1 sobre estrategia digital y el más alto de 5 en la pregunta A3 sobre nuevas modalidades de enseñanza, con diferencia mínima en la opinión de ambos grupos.

Figura 81

Media de las respuestas por pregunta del área de liderazgo

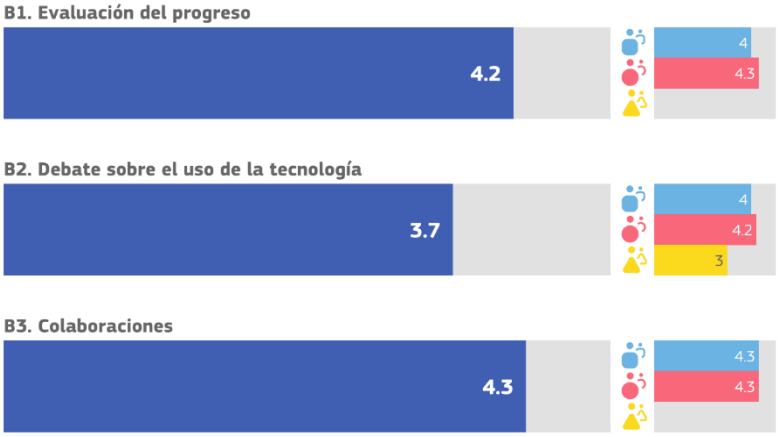


Área de colaboración y redes. El área B de Colaboración y redes consta de tres preguntas (Figura 82) que responden los grupos del equipo directivo y del profesorado y en una de ellas, la B2 que trata del debate sobre el uso de la tecnología, se destinó también al alumnado. En esta pregunta, el promedio de respuestas del profesorado supera en 1,2 puntos al del alumnado.

El valor promedio máximo de 4,3 se obtuvo en la pregunta sobre el uso de las tecnologías digitales en el centro educativo al colaborar con otras organizaciones (B3), pregunta en la que se igualaron los promedios para los grupos del equipo directivo y del profesorado.

Figura 82

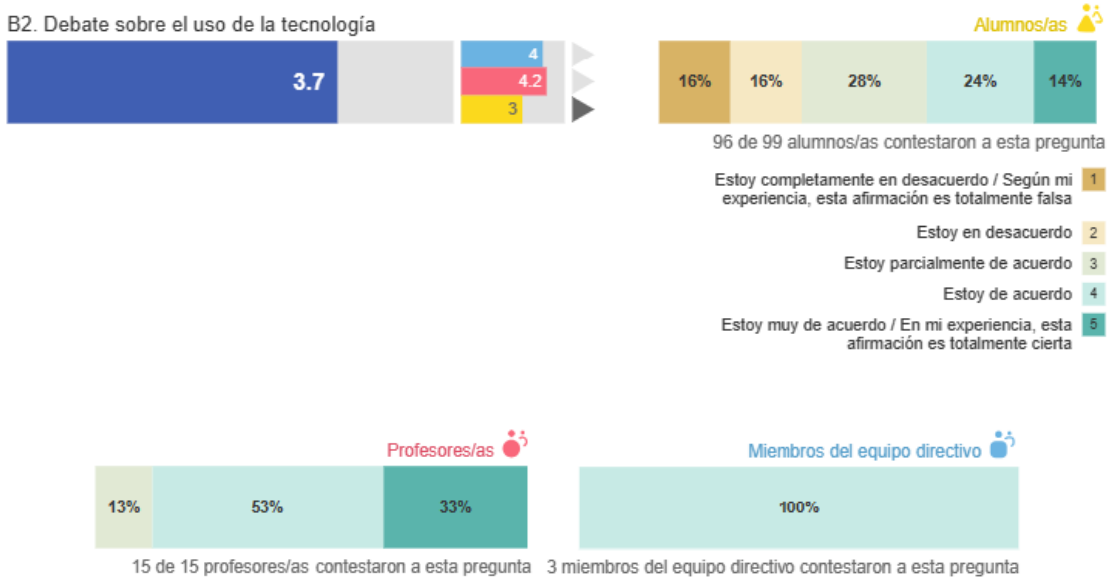
Media de las respuestas por pregunta del área de colaboración y redes



En la pregunta B2, mientras que la amplia mayoría del profesorado (86 %) y del equipo directivo (100 %) está de acuerdo o muy de acuerdo con que en el centro educativo se debate sobre las ventajas y desventajas de la enseñanza y el aprendizaje con las tecnologías digitales, entre el alumnado este porcentaje se reduce a un 38 % (Figura 83).

Figura 83

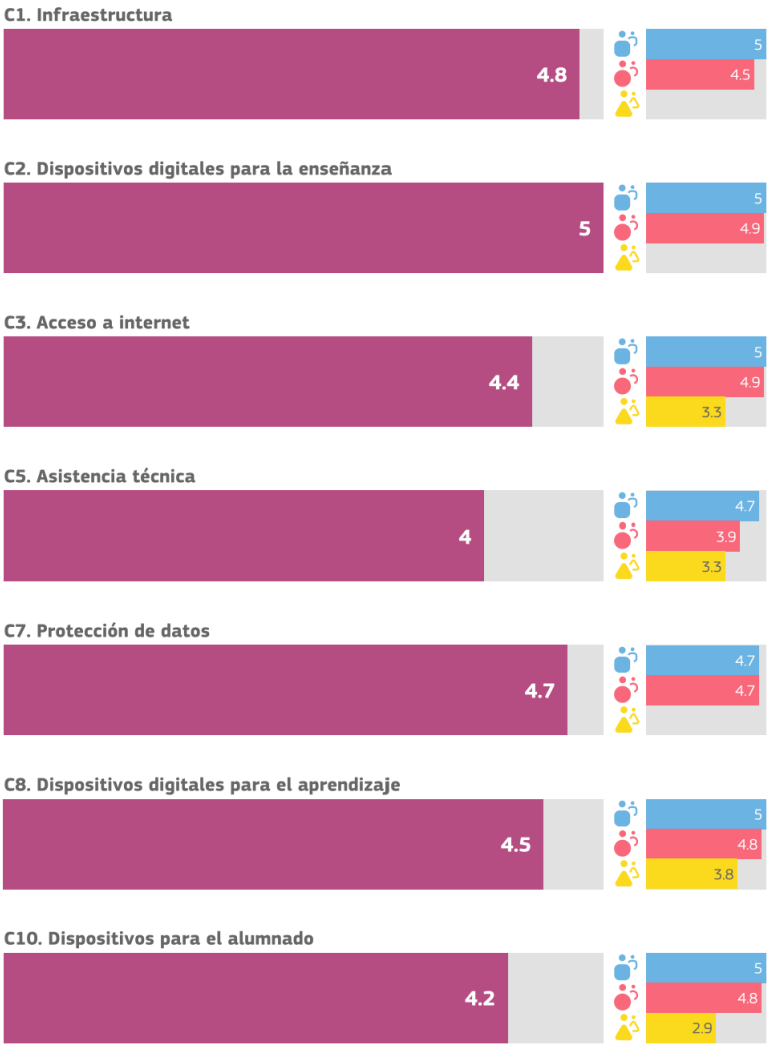
Porcentajes de respuestas a la pregunta B2 para cada grupo



Área de infraestructura y equipos. En el área de infraestructura y equipos (Figura 84) compuesta por 7 preguntas, destinadas todas ellas al equipo directivo y profesorado y 4 de ellas también al alumnado; los promedios de las respuestas variaron entre 4 y 5 puntos. El más alto de 5 puntos en la existencia de dispositivos digitales para el desempeño de la labor docente (C2) y el más bajo de 4 en la disposición en el centro de asistencia técnica cuando surgen problemas con la tecnología (C5).

Figura 84

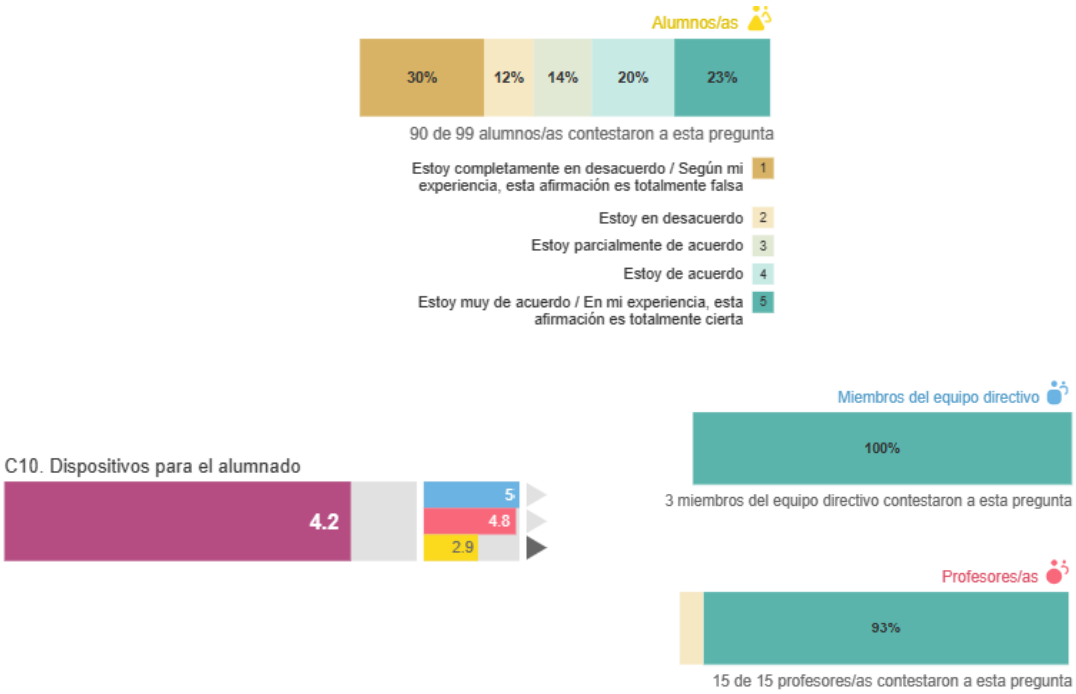
Media de las respuestas por pregunta del área de infraestructura y equipos



La mayor discrepancia entre las respuestas del alumando y profesorado se produce en las respuestas a la pregunta C10 sobre la existencia de dispositivos portátiles para que el alumno se lleve a casa en caso de que sea necesario (Figura 85). Mientras que el 93 % del profesorado y el 100 % del equipo directivo esta muy de acuerdo con la afirmación de que el centro tiene dispositivos portátiles para que el alumnado se lleve a su casa en caso necesario, menos de la mitad del alumnado, un 43 %, manifiesta estar de acuerdo o muy de acuerdo.

Figura 85

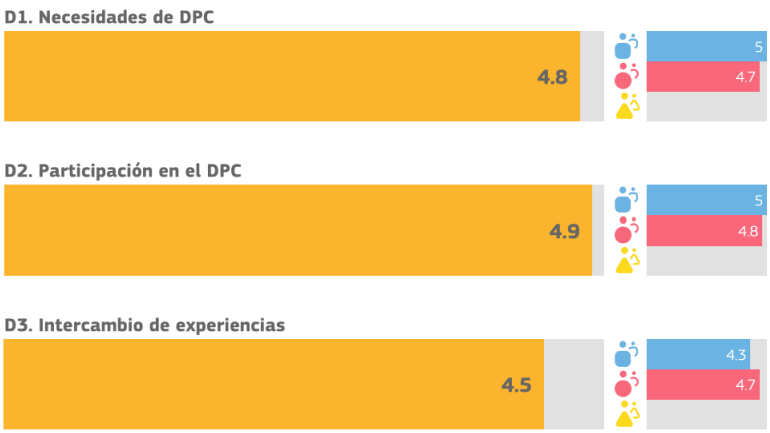
Porcentajes de respuestas a la pregunta C10 para cada grupo



Área de desarrollo profesional continuo. El área D de Desarrollo Profesional Continuo (DPC) consta de tres preguntas a las que contestan el equipo directivo y el profesorado (Figura 86). Lo promedios varían entre 4,5 de la pregunta D3 sobre intercambio de experiencias y 4,9 de la pregunta D2 sobre Participación en el DPC.

Figura 86

Media de las respuestas por pregunta del área de desarrollo profesional continuo

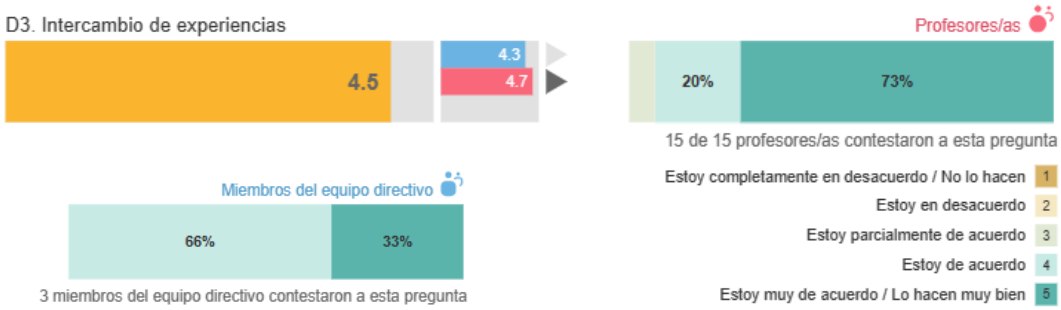


La autocrítica del equipo directivo se manifiesta en la pregunta D3 (Figura 87) en la que el 73 % del profesorado está muy de acuerdo en que el equipo directivo les ayuda a

intercambiar experiencias dentro del centro sobre la enseñanza con tecnologías digitales y sin embargo un tercio del equipo directivo está muy de acuerdo con esta afirmación. No obstante, entre el profesorado el 93 % está de acuerdo o muy de acuerdo y entre el equipo directivo el 100 %.

Figura 87

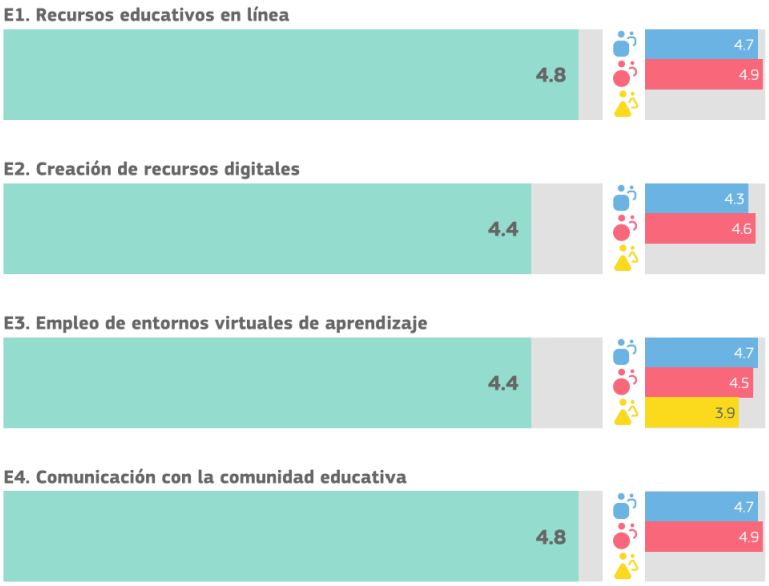
Porcentajes de respuestas a la pregunta D3 para cada grupo participante



Área de pedagogía: apoyos y recursos. El área E de Pedagogía: Apoyos y recursos se compone de cuatro preguntas, contestadas todas ellas por el equipo directivo y el profesorado y una sobre el empleo de entornos virtuales de aprendizaje (E3) por los tres grupos. Los promedios de las respuestas van desde 4,4 de las preguntas E2 sobre creación de recursos digitales y E3 hasta 4,8 de las preguntas E1 y E4 sobre recursos educativos en línea y comunicación con la comunidad educativa respectivamente (Figura 88).

Figura 88

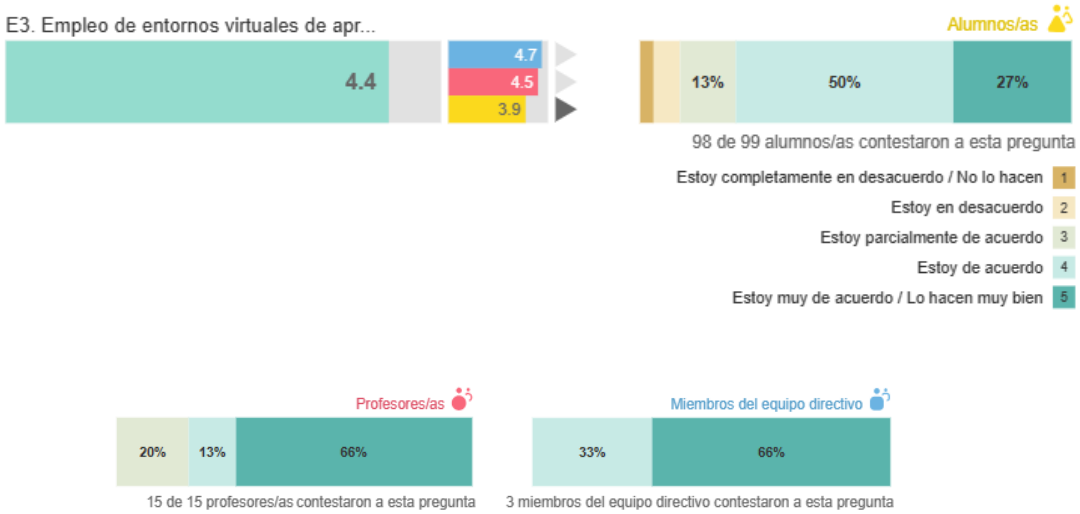
Media de las respuestas por pregunta del área de pedagogía: apoyos y recursos



Sobre el empleo de entornos virtuales de aprendizaje (E3), el 77 % del alumnado afirmó estar de acuerdo o muy de acuerdo con la afirmación de que el profesorado utilizaba plataformas en línea para facilitar su aprendizaje, todo el equipo directivo también tenía esa opinión y entre el profesorado el porcentaje fue del 79 % (Figura 89).

Figura 89

Porcentajes de respuestas a la pregunta E3 para cada grupo participante

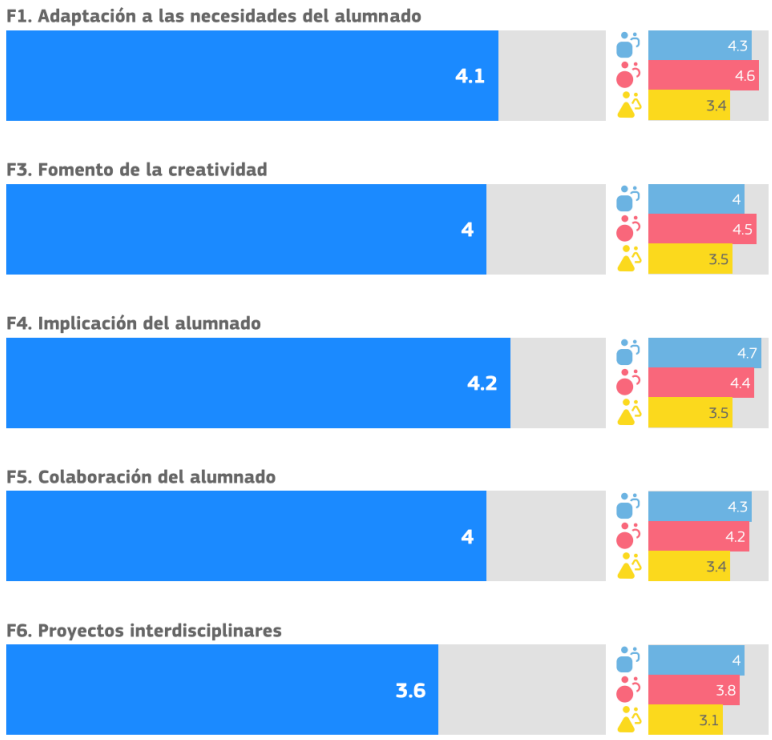


Área de pedagogía: implementación en el aula. El área F de Pedagogía: Implementación en el aula, constaba de cinco preguntas que respondieron los tres grupos

(equipo directivo, profesorado y alumnado). La que obtuvo mayor promedio (4,2) en las respuestas fue la pregunta F4 sobre la implicación del alumnado en actividades de aprendizaje digitales y la de menor promedio (3,6) fue la F6 sobre el uso de tecnologías digitales para desarrollar proyectos interdisciplinares con el alumnado. Los promedios de las respuestas del alumnado para las diferentes preguntas del área están comprendidos entre el valor mínimo de 3,1 para proyectos interdisciplinares (F6) y el máximo 3,5 para el fomento de la creatividad (F3) y la implicación del alumnado (F4). Sin embargo, para los otros grupos los promedios mínimo y máximo son superiores. En el caso del profesorado los promedios varían desde 3,8 de la pregunta F6 a 4,6 de la pregunta F1 sobre adaptación a las necesidades del alumnado y en el caso del equipo directivo varían desde 4 en las preguntas F3 y F6 a 4,7 en la pregunta F4 (Figura 90).

Figura 90

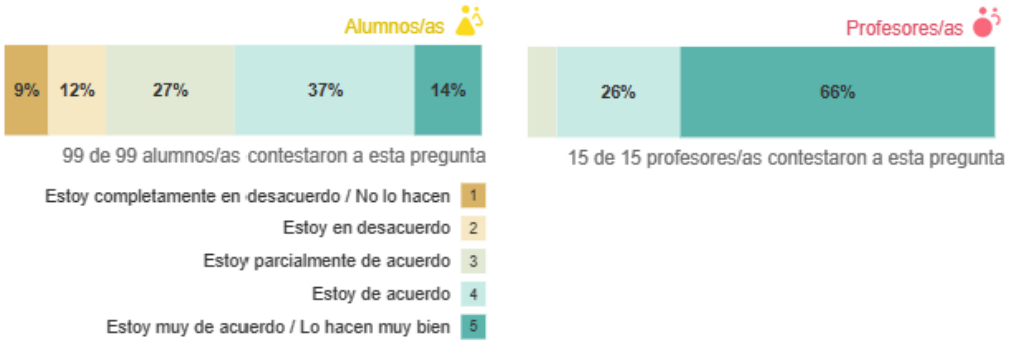
Media de las respuestas por pregunta del área de pedagogía: implementación en el aula



Las mayores discrepancias entre los promedios de las respuestas del alumnado y del profesorado se producen en la pregunta F1 sobre la adaptación de los métodos de enseñanza a las necesidades individuales del alumnado con una diferencia de 1,2 puntos, siendo 3,4 el promedio de respuestas del alumnado y 4,6 el del profesorado. Entre el alumnado el 51 % está de acuerdo o muy de acuerdo con que el profesorado les asigna diferentes actividades en las que utilizar tecnologías acordes a sus necesidades, mientras que entre el profesorado este porcentaje es del 92 % (Figura 91).

Figura 91

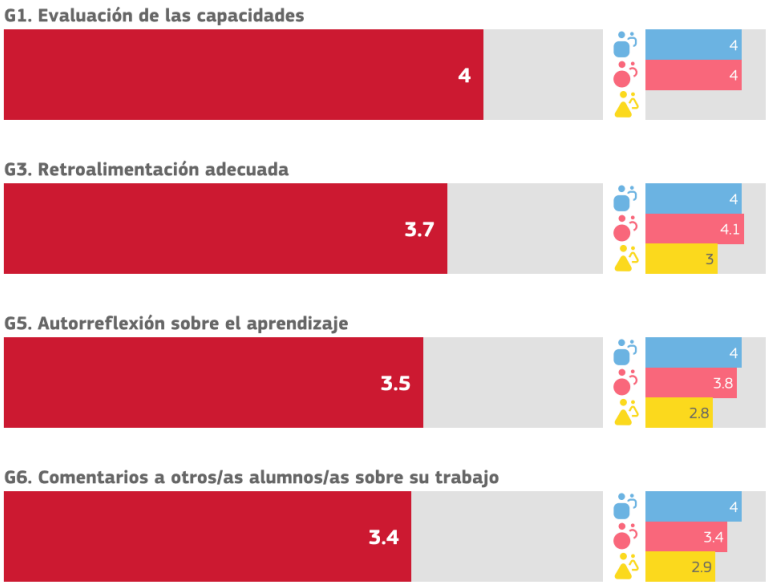
Porcentajes de respuestas a la pregunta F1 para profesorado y alumnado



Área de prácticas de evaluación. En el área G de Prácticas de evaluación, el equipo directivo y el profesorado respondieron a cuatro preguntas, tres de las cuales se destinaron también al alumnado. El promedio máximo de 4 se dio en la pregunta G1 sobre evaluación de las capacidades del alumnado con tecnologías digitales y el promedio mínimo de 3,4 corresponde a la pregunta codificada como G6 sobre el uso de la tecnología para que el alumnado realice observaciones sobre el trabajo de sus compañeros (Figura 92).

Figura 92

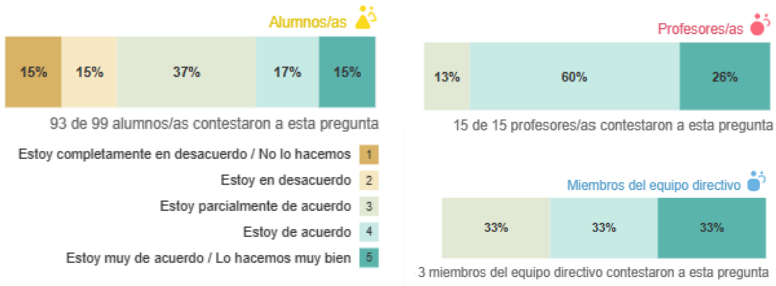
Media de las respuestas por pregunta del área de prácticas de evaluación



Los promedios de las respuestas del alumnado siempre son inferiores a los de los otros grupos y la mayor diferencia entre los valores obtenidos para el alumnado y para el profesorado se da en la pregunta G3 sobre retroalimentación adecuada. En esta pregunta el 32 % del alumnado está de acuerdo o muy de acuerdo en que reciben retroalimentación adecuada (feedback) sobre su aprendizaje, sin embargo, el 86 % del profesorado y dos de los tres miembros del equipo directivo está de acuerdo o muy de acuerdo con que utilizan tecnologías digitales para facilitar retroalimentación adecuada al alumnado (Figura 93).

Figura 93

Porcentajes de respuestas a la pregunta G3 para cada grupo

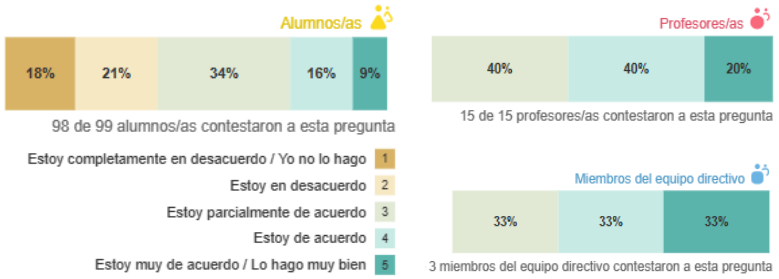


En la pregunta G5 de autorreflexión sobre el aprendizaje también se producen discrepancias entre la opinión del alumnado por un lado y la del profesorado y equipo directivo por otro. Mientras que el 25 % del alumnado afirma estar de acuerdo o muy de acuerdo con

que utiliza la tecnología para conocer en mayor detalle sus puntos fuertes y débiles como estudiante, el 60 % del profesorado está de acuerdo o muy de acuerdo con que utiliza las tecnologías digitales para que el alumnado reflexione sobre su aprendizaje y dos de los tres miembros del equipo directivo cree que el profesorado utiliza también la tecnología con ese propósito (Figura 94).

Figura 94

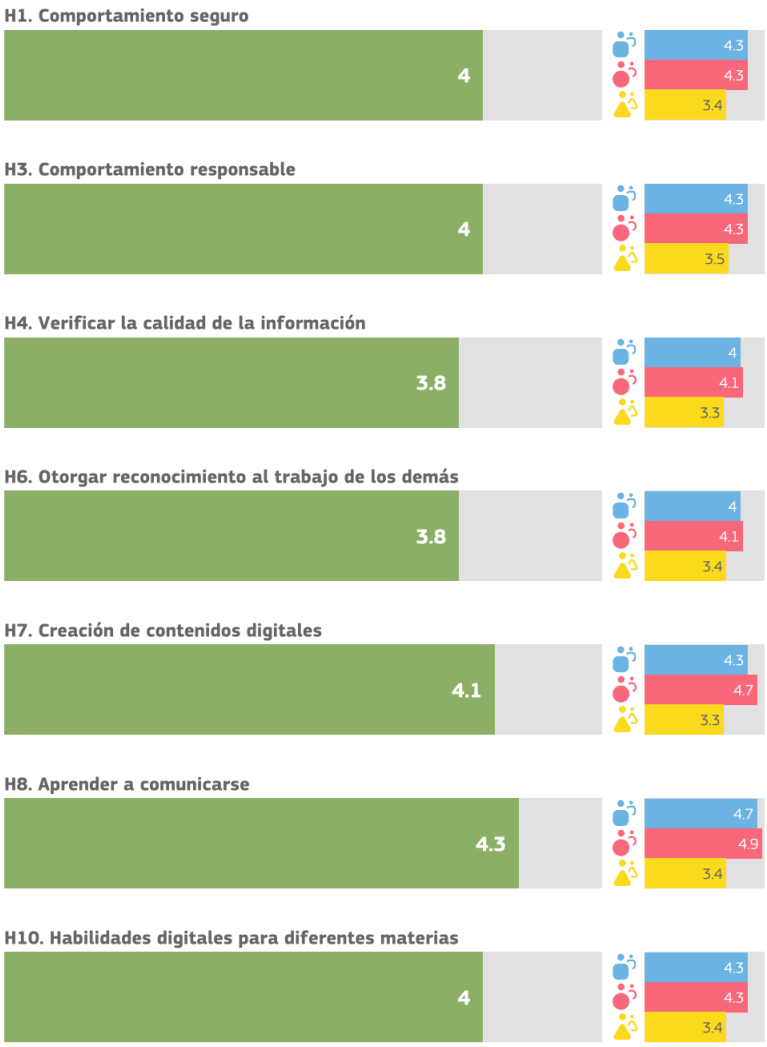
Porcentajes de respuestas a la pregunta G5 para cada grupo



Área de competencias digitales del alumnado. El área H sobre Competencias digitales del alumnado consta de 7 preguntas que responden los tres grupos participantes en el cuestionario SELFIE. La pregunta H8 sobre aprender a comunicarse tiene el mayor promedio (4,3) de respuestas de todos los usuarios y el menor promedio de 3,8 se da en las preguntas H4 sobre si el alumnado aprende a verificar la calidad de la información de internet y H6 sobre si el alumnado otorga reconocimiento al trabajo de otras personas que ha encontrado en internet (Figura 95).

Figura 95

Media de las respuestas por pregunta del área de competencias digitales del alumnado

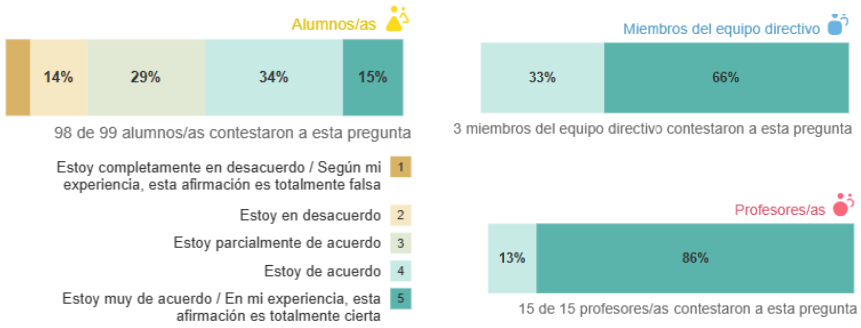


Las mayores discrepancias entre los promedios de las respuestas del alumnado y las del profesorado se dan en las preguntas H8 (Aprender a comunicarse) y H7 sobre creación de contenidos digitales.

En la pregunta H8 el 49 % del alumnado está de acuerdo o muy de acuerdo con que aprende a comunicarse utilizando la tecnología y tanto el 100 % del profesorado como del equipo directivo está de acuerdo o muy de acuerdo con esa afirmación (Figura 96).

Figura 96

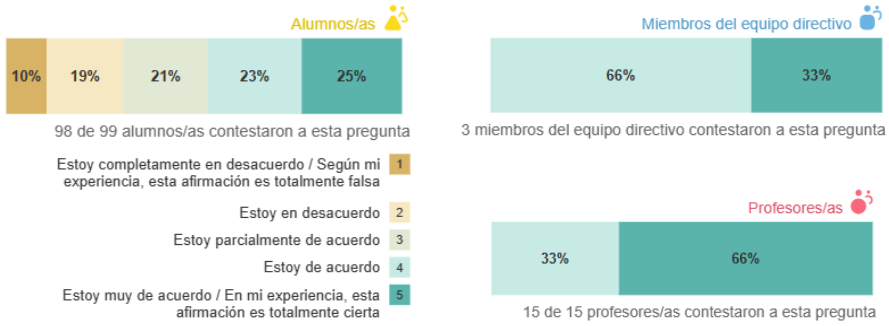
Porcentajes de respuestas a la pregunta H8 para cada grupo



En la pregunta H7, el 48 % del alumnado está de acuerdo o muy de acuerdo con que aprende a crear contenidos digitales y tanto el 100 % del profesorado como del equipo directivo está de acuerdo o muy de acuerdo con esa afirmación (Figura 97).

Figura 97

Porcentajes de respuestas a la pregunta H7 para cada grupo



Resultados por pregunta

En la Tabla 49 puede apreciarse como las preguntas con mayor promedio global (5) que incluye las respuestas de todos los perfiles de encuestados a los que se dirigen son la A3 de apoyo del equipo directivo al profesorado en la exploración de nuevas formas de enseñanza con tecnologías digitales y la C2 sobre la existencia en el centro de dispositivos digitales para la enseñanza. Entre las de menor promedio están la G5 sobre el uso de la tecnología para que el alumnado reflexiones sobre su aprendizaje con un promedio de 3,5 y la G6 sobre el uso de la tecnología para que el alumnado realice observaciones sobre el trabajo de sus compañeros con promedio de 3,4.

Tabla 49

Promedio de preguntas

Código de pregunta	Promedio
A3, C2	5
A2, D2	4,9
C1, D1, E1, E4	4,8
A1, C7	4,7
C8, D3	4,5
C3, E2, E3	4,4
B3, H8	4,3
B1, C10, F4	4,2
F1, H7	4,1
C5, F3, F5, G1, H1, H3, H10	4
H4, H6	3,8
B2, G3	3,7
F6	3,6
G5	3,5
G6	3,4

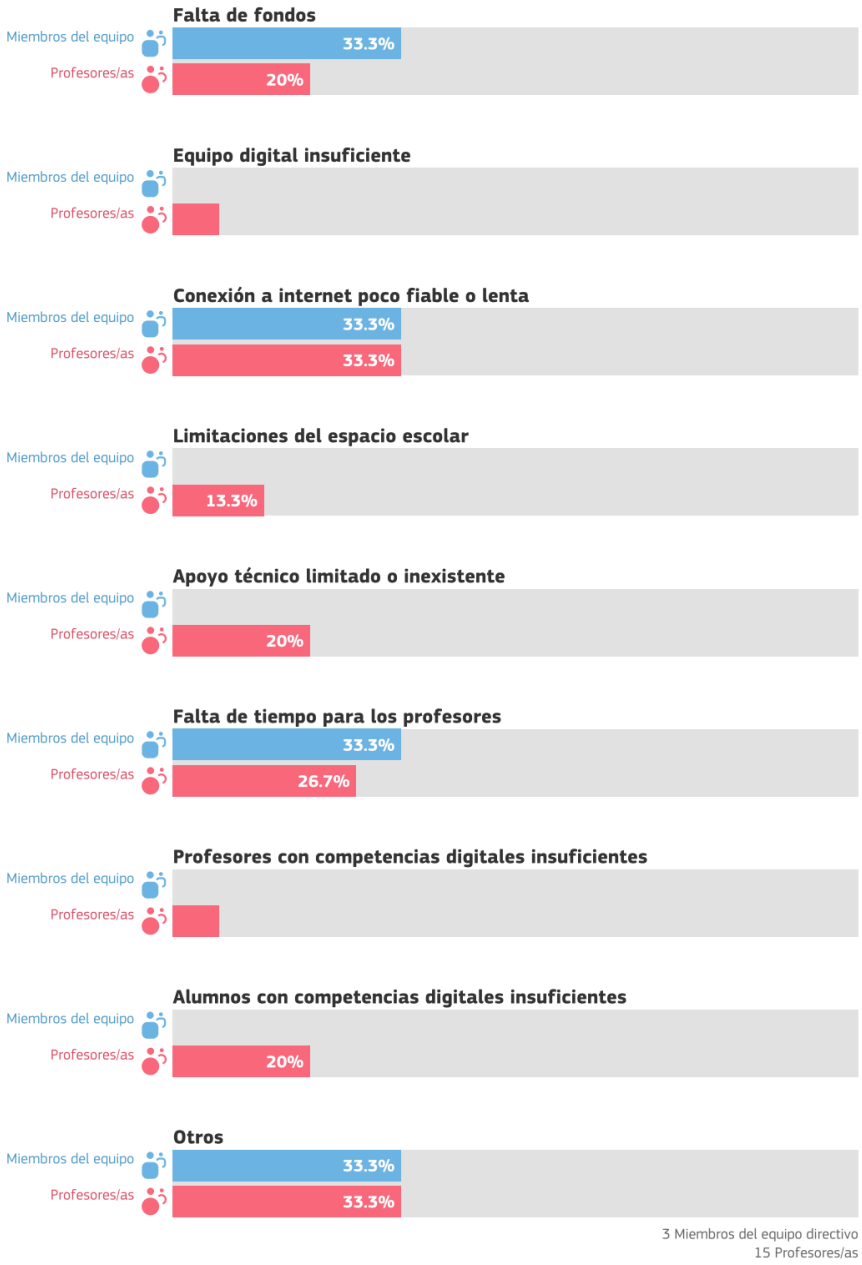
Áreas secundarias. Como áreas secundarías se consideran los factores que limitan el uso de las tecnologías, los factores negativos y positivos para el aprendizaje mixto, la utilidad de las actividades de DPC, la seguridad al utilizar la tecnología, el porcentaje de tiempo, la adopción y el uso de la tecnología, el acceso del alumnado a dispositivos fuera del centro educativo y el conocimiento técnico del alumnado.

Factores que limitan el uso de las tecnologías. Entre los factores que limitan el uso de las tecnologías señalados por una tercera parte del equipo directivo están la falta de fondos, la conexión a internet poco fiable o lenta, la falta de tiempo para los profesores u otros. Los más destacados para el 33,3 % de los profesores son la conexión a internet poco fiable o lenta y otros y en menor medida, un 26,7 % opina que la falta de tiempo para el profesorado o un 20

% también destaca la falta de fondos, el apoyo técnico limitado o inexistente o el alumnado con competencias digitales insuficientes (Figura 98).

Figura 98

Porcentaje de usuarios para cada factor que limita el uso de las tecnologías

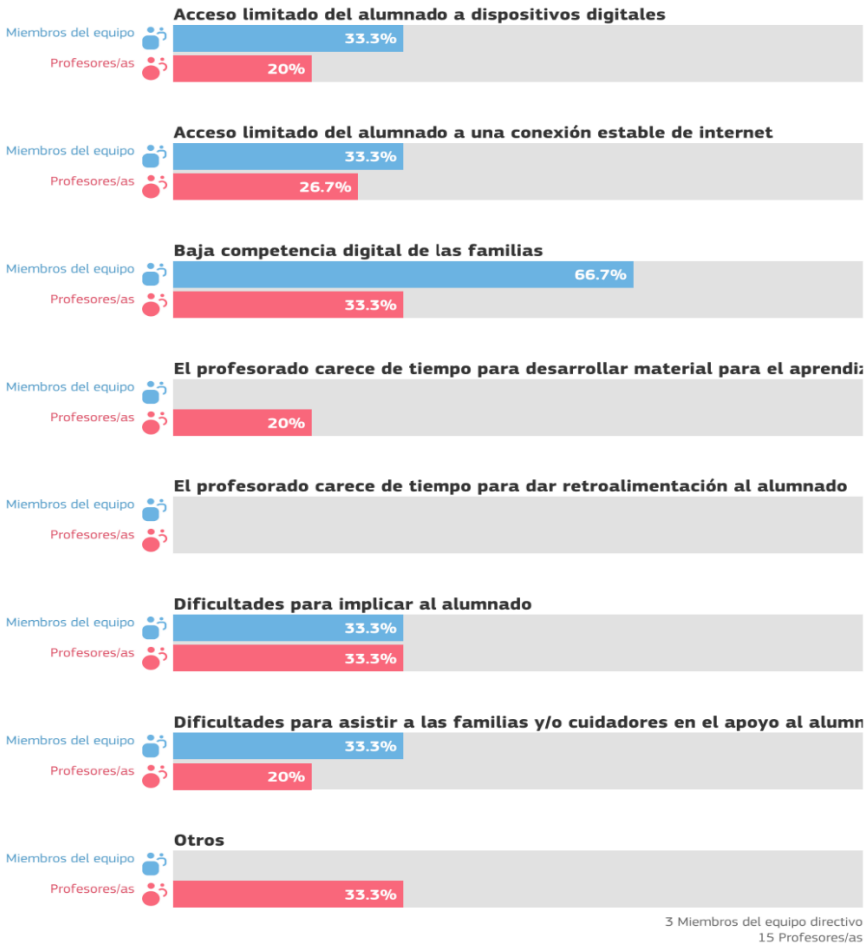


Factores negativos para aprendizaje mixto. El 66,7 % del equipo directivo señaló como factor que condicionan negativamente el aprendizaje mixto la baja competencia digital de las familia, el 33,3 % señaló el acceso limitado del alumnado a dispositivos digitales y a una

conexión estable de internet, las dificultades para implicar al alumnado y para asistir a las famias en el apoyo al alumnado. Entre el profesorado, el 33,3 % señaló la baja competencia digital de las familias, las dificultades para implicar al alumnado y otros posibles factores, el 26,7 % seleccionó el acceso limitado del alumnado a una conexión estable de internet y el 20 % el acceso limitado del alumnado a dispositivos digitales, la carencia de tiempo del profesorado para desarrollar material para el aprendizaje y las dificultades para asistir a las familias en el apoyo al alumnado (Figura 99).

Figura 99

Porcentaje de usuarios para cada factor negativo para el aprendizaje mixto



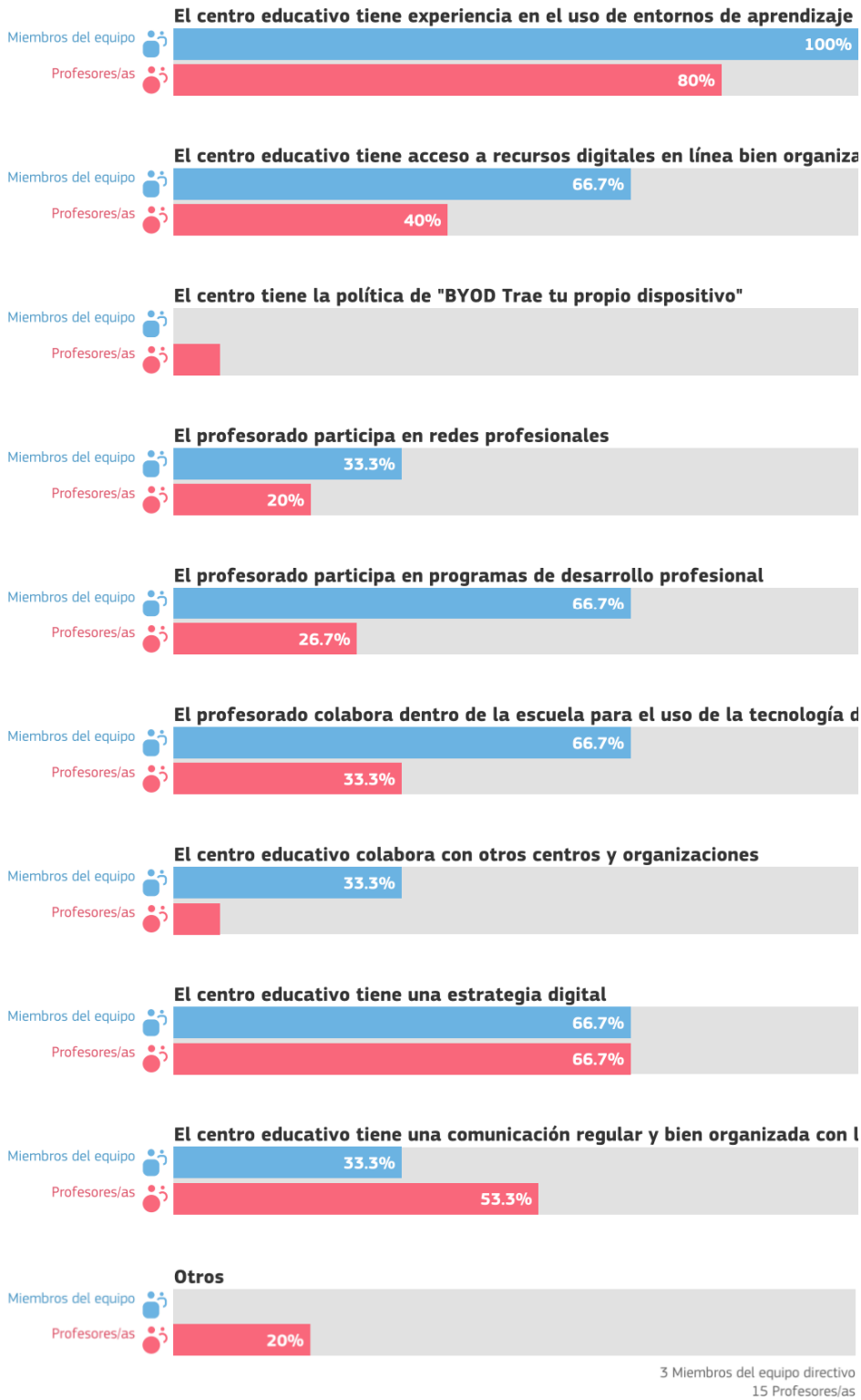
Factores positivos para aprendizaje mixto. Los factores que afectan positivamente al aprendizaje mixto (Figura 100) que han sido elegidos mayoritariamente por los miembros del equipo directivo y del profesorado son la experiencia del centro educativo en el uso de entornos

de aprendizaje (100% del equipo directivo y 80 % del profesorado) y la tenencia de una estrategia digital por parte del centro (66,7% de ambos sectores). Otros factores positivos son el acceso a recursos digitales en línea, considerado por el 66,7 % del equipo directivo y el 40% del profesorado, la colaboración del profesorado del centro para el uso de la tecnología (66,7% del equipo directivo y 33,3% del profesorado) o su participación en programas de desarrollo profesional (66,7% del equipo directivo y 26,7% del profesorado), la comunicación regular y bien organizada en el centro educativo (33,3% del equipo directivo y 53,3% del profesorado) y en menor grado, la participación del profesorado en redes profesionales (33,3% del equipo directivo y 20% del profesorado) o la colaboración del centro educativo con otros centros y organizaciones (33,3% del equipo directivo y 6,7% del profesorado).

La estrategia digital del centro y su experiencia en los últimos años en el uso de entornos de aprendizaje virtuales son considerados como los principales factores positivos para el aprendizaje mixto. El progreso en estos campos muestra una línea de trabajo en el centro que favorece el aprendizaje mixto.

Figura 100

Porcentaje de usuarios para cada factor positivo para el aprendizaje mixto



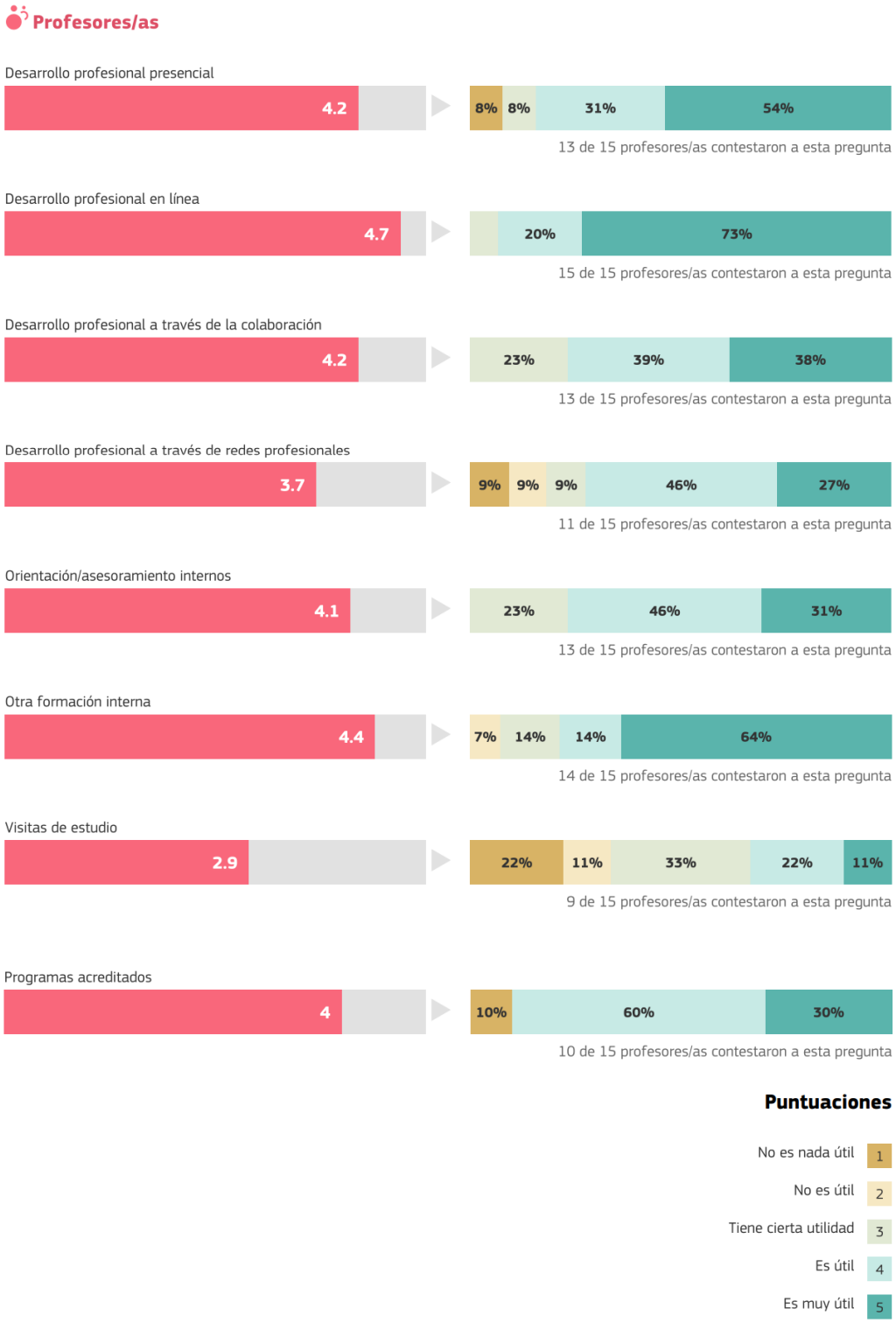
Utilidad de las actividades de DPC. Sobre las actividades de desarrollo profesional continuo en las que ha participado el profesorado en el último año, destaca el desarrollo profesional en línea que ha aumentado respecto a los resultados del cuestionario SELFIE

previos a la declaración de la pandemia y es considerado como útil o muy útil por el 93 % del profesorado. El desarrollo profesional presencial, a través de la colaboración, de las redes profesionales, la orientación y asesoramiento internos o los programas acreditados son otros aspectos considerados como útiles o muy útiles por la mayoría del profesorado (entre el 73% y 90 %), pero que han disminuido hasta un máximo de 0,5 puntos respecto a las medias anteriores a la pandemia. En general son considerados como muy útiles por más del 50% del profesorado el desarrollo profesional tanto presencial como en línea y otra formación interna. Sin embargo, la media de las visitas de estudio desciende hasta 0,8 puntos, siendo considerada sin utilidad o con cierta utilidad por el 66 % del profesorado (Figura 101).

Dados los resultados, puede afirmarse que las actividades de DPC de tipo presencial, en línea e internas destacan por su utilidad, según la opinión del profesorado.

Figura 101

Media de las respuestas por pregunta del área secundaria de utilidad de las actividades de DPC

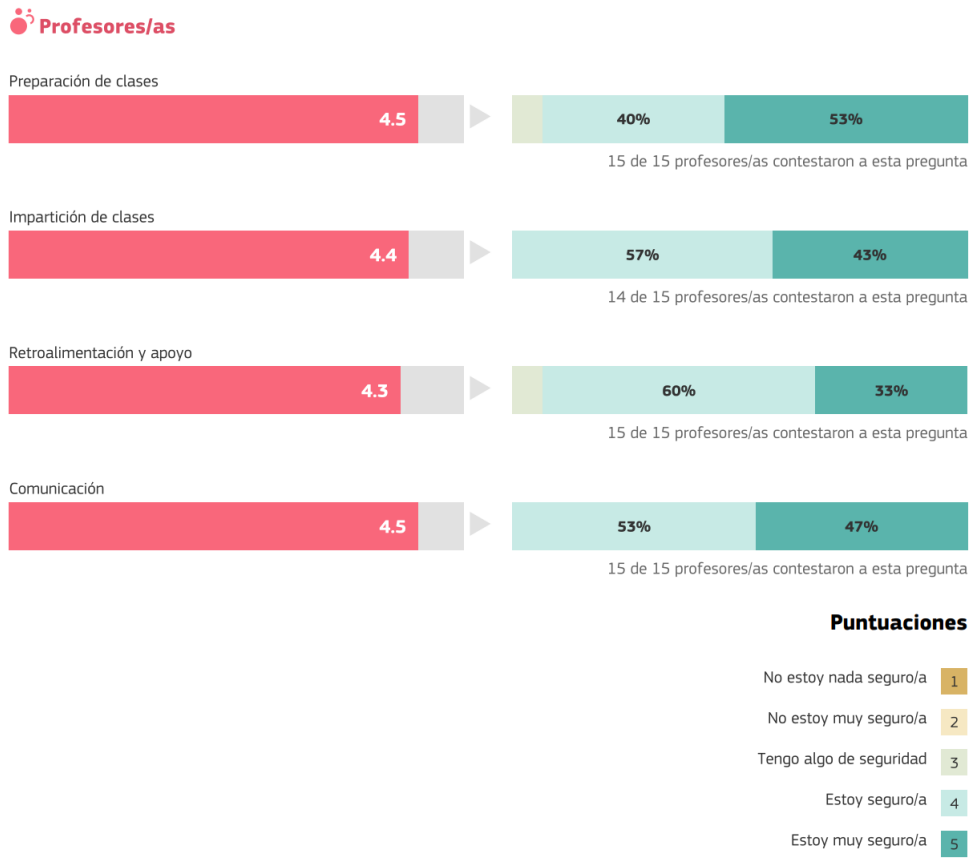


Seguridad al utilizar la tecnología. Entre el 93 y el 100% del profesorado manifiesta seguridad o mucha seguridad al manejar las tecnologías para preparar clases, impartirlas, proporcionar retroalimentación y apoyo y comunicarse. Las medias obtenidas en estas tareas

(comprendidas todas entre 4 y 5 puntos) han mejorado en todos los casos salvo en la impartición de clases, donde la media de 4,3 no cambia con respecto a los datos anteriores del cuestionario (Figura 102).

Figura 102

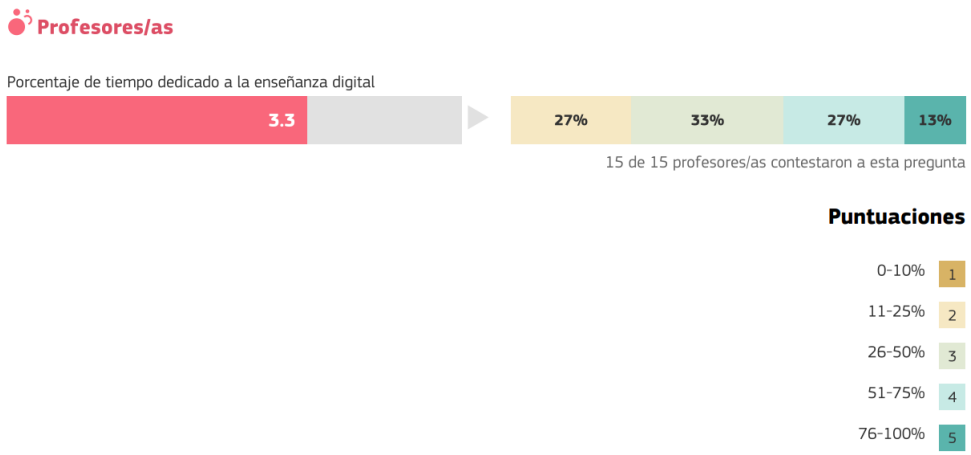
Media de las respuestas por pregunta del área secundaria de seguridad al utilizar la tecnología



Porcentaje de tiempo. Considerado como intervalo temporal, los tres meses anteriores al momento en el que se realiza el cuestionario SELFIE, el porcentaje de tiempo de práctica docente en el aula que corresponde al uso de las tecnologías digitales por parte del profesorados es superior al 50% para el 40 % del profesorado y en el 60% restante, el porcentaje de tiempo es superior al 10% e inferior al 50%. La media (3,3) se situaría entre el 26% y el 50% del tiempo (Figura 103).

Figura 103

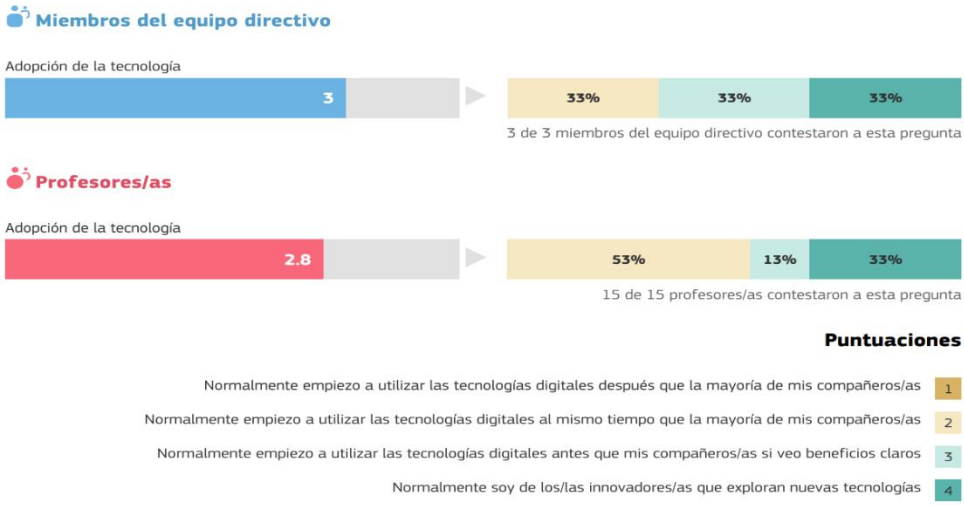
Media de las respuestas por pregunta del área secundaria de porcentaje de tiempo



Adopción de la tecnología. Sobre el uso de las tecnologías digitales para la docencia y el aprendizaje, la tercera parte del equipo directivo y del profesorado se consideran innovadores, que exploran nuevas tecnologías. Otra tercera parte del equipo directivo (33%) considera que normalmente empieza a utilizar las tecnologías digitales antes que sus compañeros si ven beneficios claros frente al 13% del profesorado y el otro tercio del equipo directivo y 53% del profesorado considera que empieza a utilizarlas al mismo tiempo que la mayoría de sus compañeros (Figura 104).

Figura 104

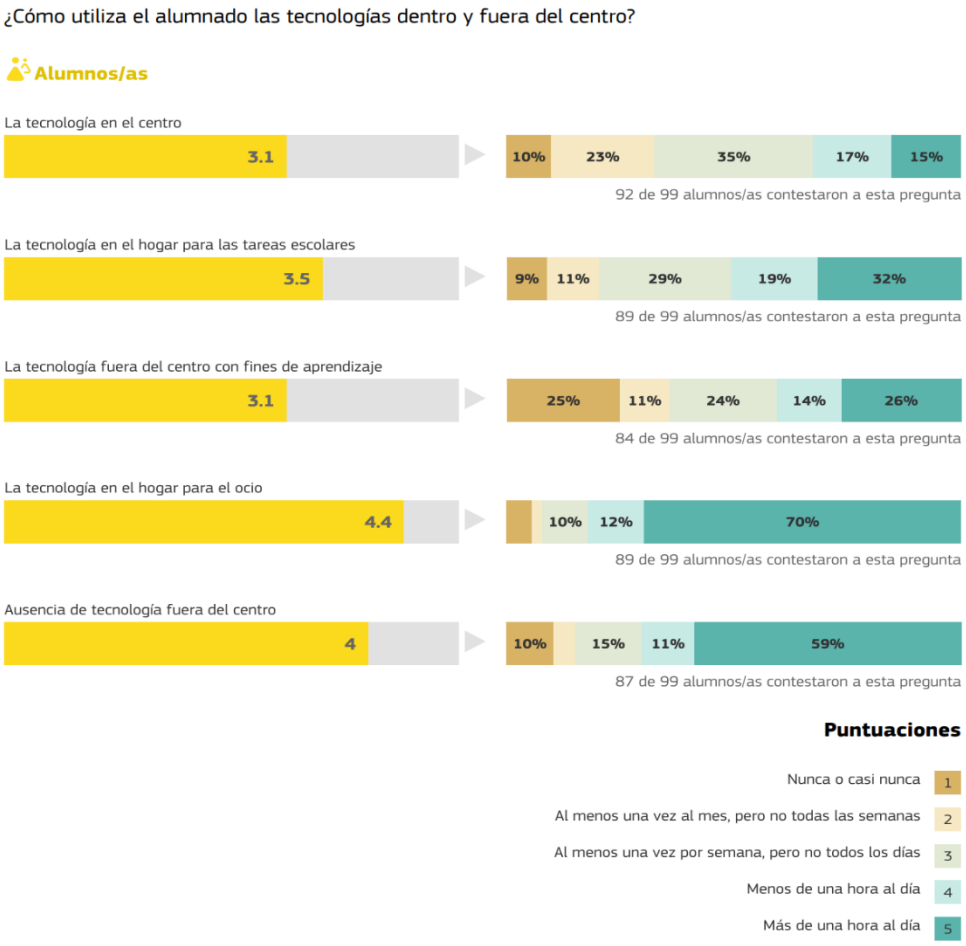
Media de las respuestas por pregunta del área secundaria de adopción de la tecnología



Uso de la tecnología. Sobre el uso que el alumnado hace de las tecnologías dentro y fuera del centro educativo, continúa obteniéndose la media más alta (4,4) e invariable respecto al primer cuestionario, en el uso de la tecnología en el hogar para el ocio. Un 70 % del alumnado declara dedicar más de una hora diaria al ocio tecnológico. El aumento en la media de la frecuencia de uso es mayor, respecto al SELFIE anterior, en el uso de la tecnología en el hogar para las tareas escolares. En ese caso, el 51% del alumnado lo hace diariamente, siendo el 32 % los que dedican más de una hora al día. En contraposición se produce una disminución del 23% al 9% de los que no las utiliza nunca o casi nunca para hacer las tareas en el hogar. Además, aumentan las medias de las frecuencias de uso tecnológico dentro y fuera del centro con fines de aprendizaje, así como la ausencia de tecnología fuera del centro (Figura 105).

Figura 105

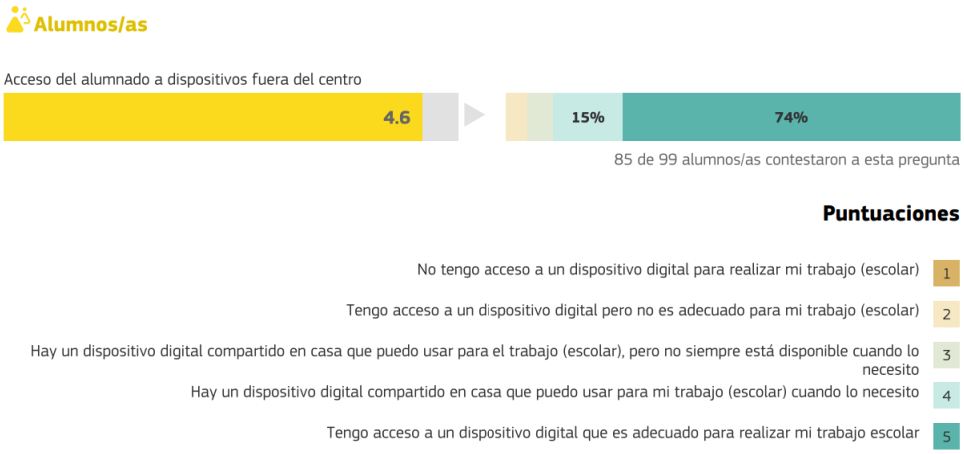
Media de las respuestas por pregunta del área secundaria de uso de la tecnología



Acceso del alumnado a dispositivos fuera del centro educativo. El 74% del alumnado indica que tiene acceso a un dispositivo digital (ordenador, portátil, tableta, móvil) en su casa, adecuado para realizar su trabajo escolar, el 15% usa en casa un dispositivo compartido cuando lo necesita y el 11% restante tiene acceso a un dispositivo, aunque no adecuado para su trabajo escolar o comparte dispositivo en casa, pero no siempre está disponible cuando lo necesita (Figura 106).

Figura 106

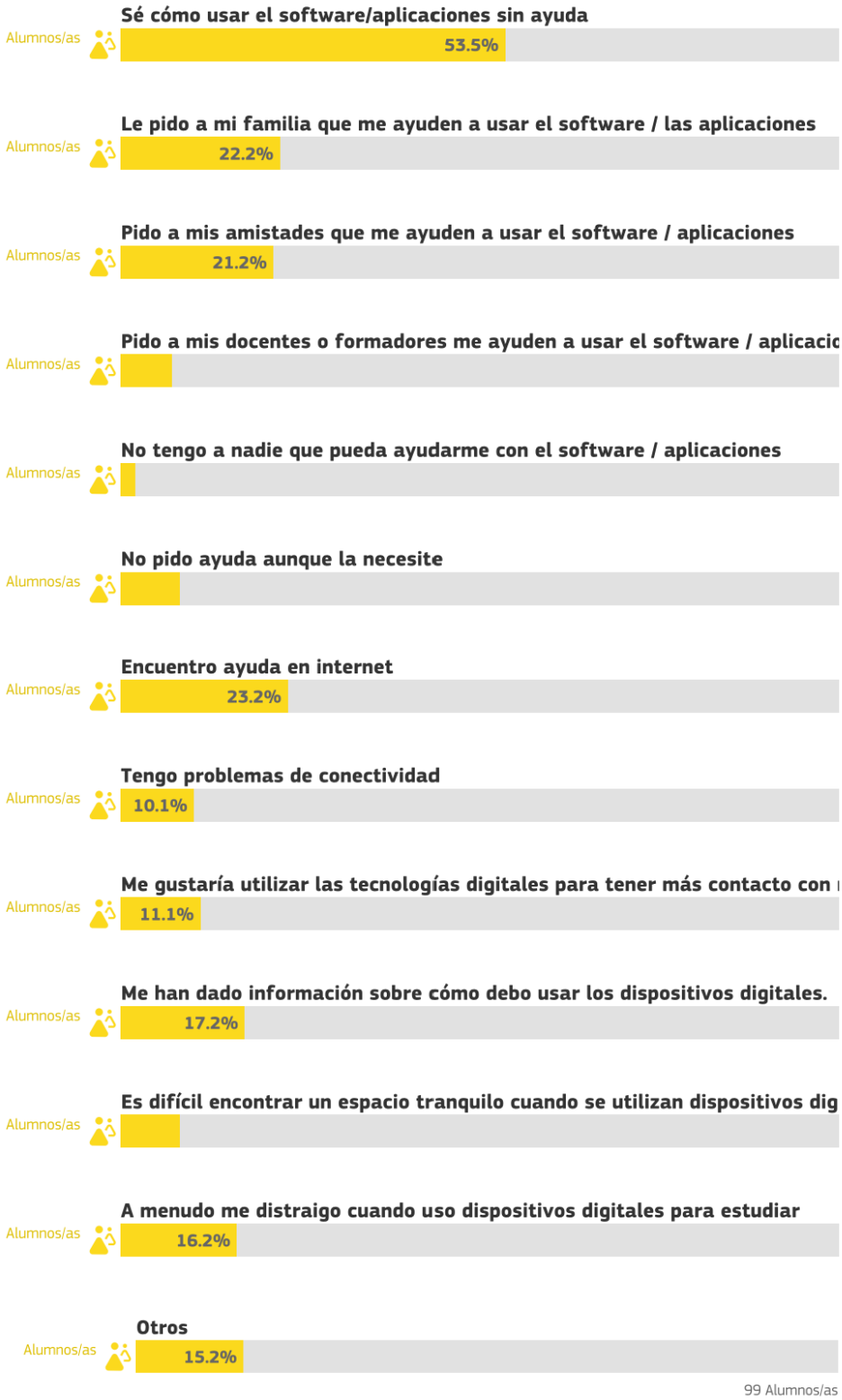
Media de las respuestas por pregunta del área secundaria de acceso del alumnado a dispositivos fuera del centro educativo



Conocimiento técnico del alumnado. Cuando las lecciones se imparten en casa con tecnologías digitales el 53,5% del alumnado considera que sabe cómo usar el software/aplicaciones sin ayuda, un 22,2% le pide a su familia que le ayude a usarlo y un 21,2% a sus amistades. Con porcentajes menores están lo que piden ayuda a los docentes, no tienen a nadie que pueda ayudarles o no piden ayuda, aunque la necesiten. Un 23,2% encuentra ayuda en internet por sí sólo mientras que el 17,2% dice que le han dado información sobre cómo usar los dispositivos digitales. Por otra parte, el 10,1% tiene problemas de conectividad y el 16,2% se distrae a menudo cuando usa los dispositivos digitales para estudiar (Figura 107).

Figura 107

Media de las respuestas por pregunta del área secundaria de conocimiento técnico del alumnado



Preguntas específicas del centro. La investigadora y coordinadora de la aplicación del cuestionario SELFIE en el centro educativo seleccionó siete preguntas específicas sobre el aprendizaje mixto:

1. Uso eficiente de entornos virtuales de aprendizaje
2. Aprendizaje autónomo: pedir ayuda para aprender
3. Aprendizaje autónomo: pedir ayuda con la tecnología
4. Aprendizaje autónomo: resiliencia
5. Profesores aprendiendo a resolver problemas técnicos
6. Formación interna/problemas tecnológicos
7. Acceso de los profesores a la infraestructura

La escala utilizada para contestar a las preguntas fue la siguiente: 1(Completamente en desacuerdo), 2(en desacuerdo), 3 (parcialmente de acuerdo), 4 (de acuerdo) y 5 (muy de acuerdo).

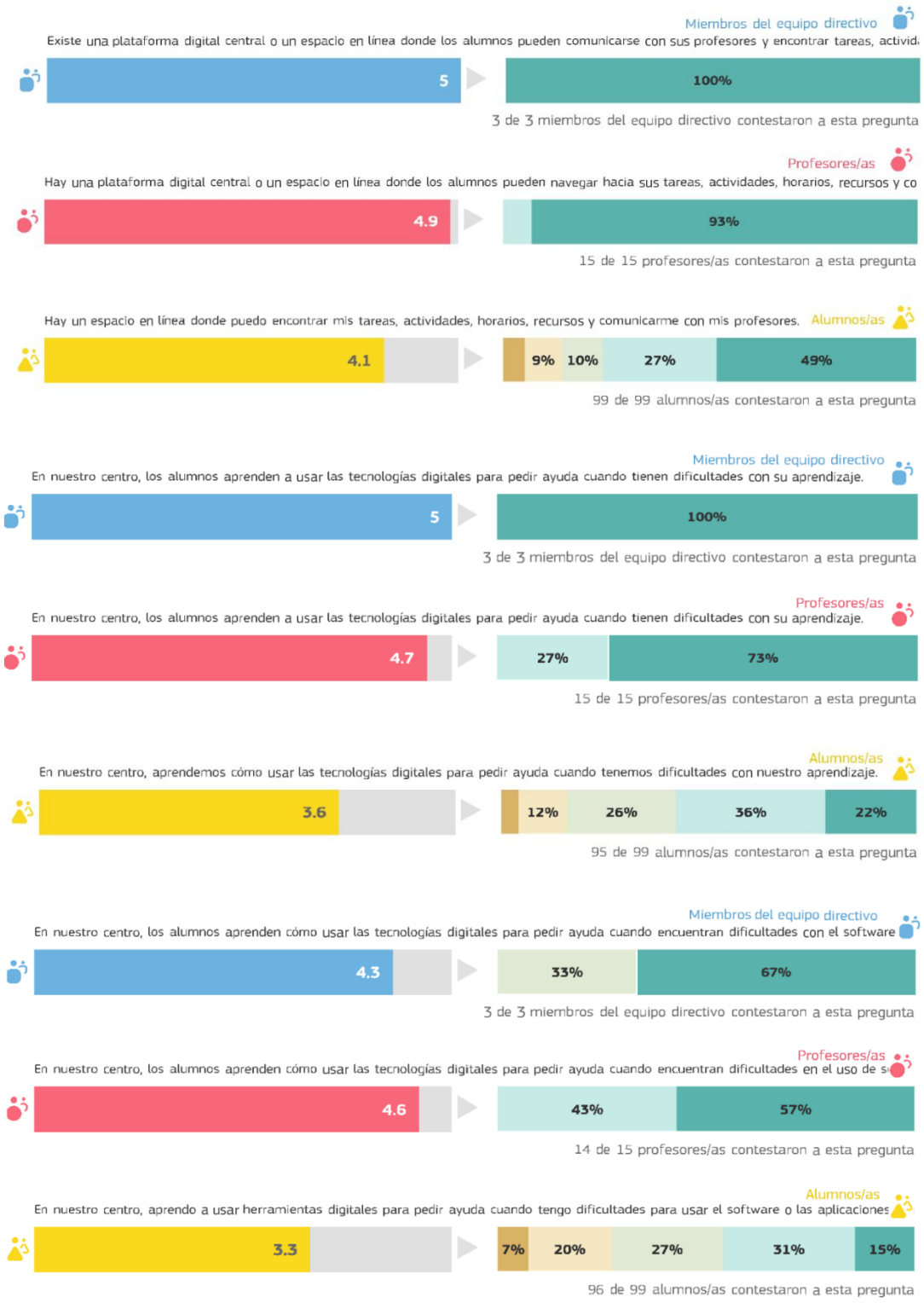
La valoración media del alumnado en la escala aplicada a las preguntas creadas por el centro siempre es peor que la de profesores y equipo directivo y la de este último mejor que la del profesorado, salvo en la pregunta referida a que los alumnos aprenden cómo usar las tecnologías digitales para pedir ayuda cuando encuentran dificultades con el software. Con esa cuestión, el 54 % del alumnado no está de acuerdo o está parcialmente de acuerdo, mientras que el 100% del profesorado está de acuerdo o muy de acuerdo. Para el resto de las afirmaciones introducidas por el centro en el cuestionario SELFIE referidas al aprendizaje mixto, más del 50 % de los participantes afirma estar de acuerdo o muy de acuerdo.

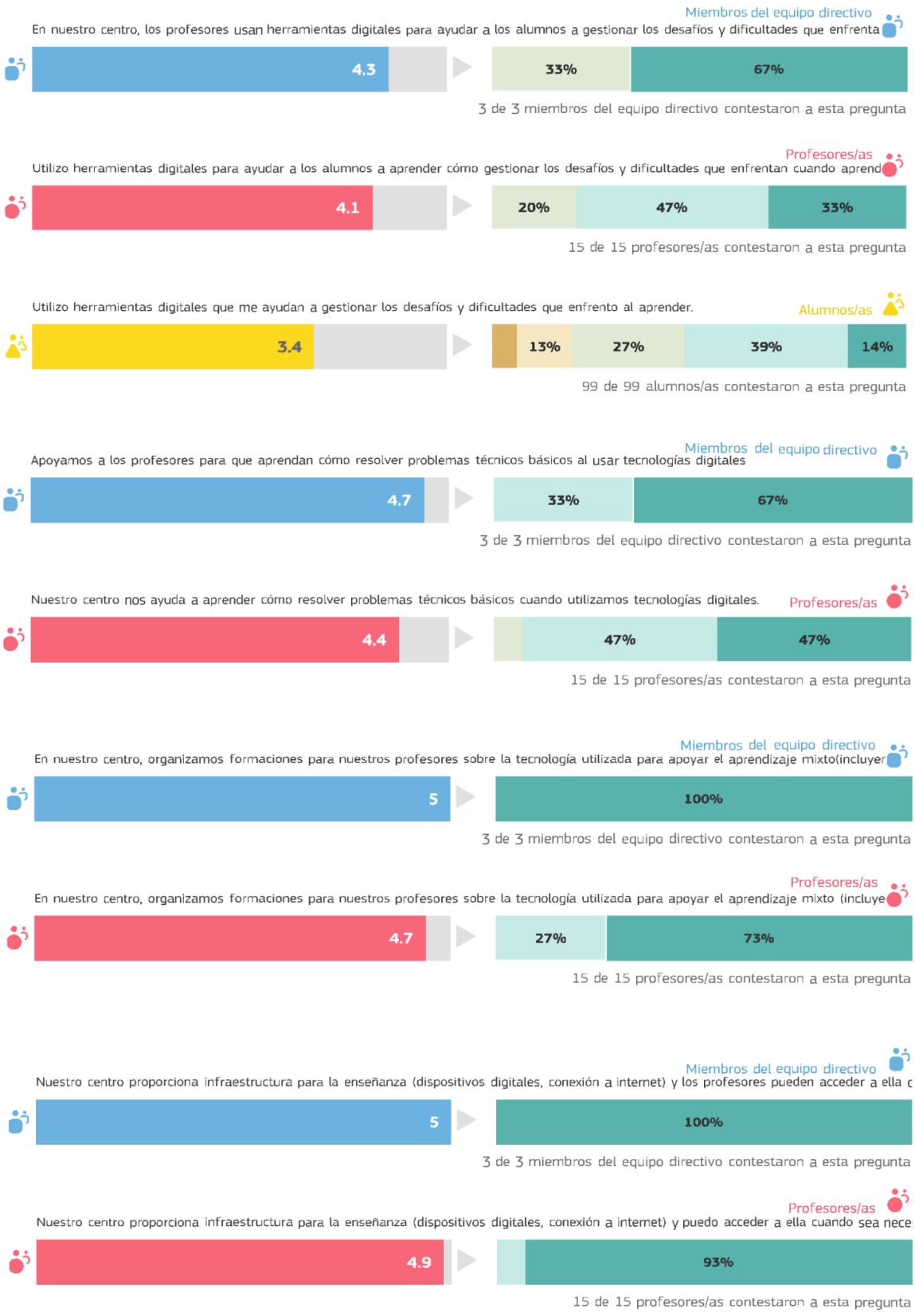
Las diferencias de opinión entre el equipo directivo y el alumnado son mayores en la afirmación “En nuestro centro, los alumnos aprenden a usar las tecnologías digitales para pedir ayuda cuando tienen dificultades con su aprendizaje”. Todo el equipo directivo considera que

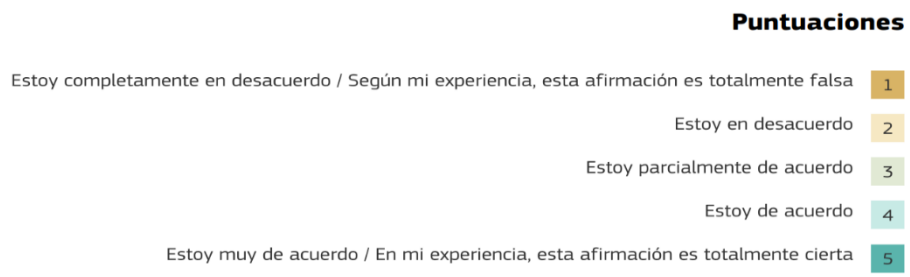
en su experiencia es totalmente cierta mientras que el 58% del alumnado está de acuerdo o muy de acuerdo y entre el profesorado este porcentaje es del 100 % (Figura 108).

Figura 108

Media de las respuestas por pregunta específica del centro educativo




Miembros del equipo directivo
En nuestro centro, los profesores usan herramientas digitales para ayudar a los alumnos a gestionar los desafíos y dificultades que enfrenta
4.3
33%
67%
3 de 3 miembros del equipo directivo contestaron a esta pregunta
Profesores/as
Utilizo herramientas digitales para ayudar a los alumnos a aprender cómo gestionar los desafíos y dificultades que enfrentan cuando aprend
4.1
20%
47%
33%
15 de 15 profesores/as contestaron a esta pregunta
Utilizo herramientas digitales que me ayudan a gestionar los desafíos y dificultades que enfrento al aprender.
Alumnos/as
3.4
13%
27%
39%
14%
99 de 99 alumnos/as contestaron a esta pregunta
Miembros del equipo directivo
Apoyamos a los profesores para que aprendan cómo resolver problemas técnicos básicos al usar tecnologías digitales
4.7
33%
67%
3 de 3 miembros del equipo directivo contestaron a esta pregunta
Nuestro centro nos ayuda a aprender cómo resolver problemas técnicos básicos cuando utilizamos tecnologías digitales.
Profesores/as
4.4
47%
47%
15 de 15 profesores/as contestaron a esta pregunta
Miembros del equipo directivo
En nuestro centro, organizamos formaciones para nuestros profesores sobre la tecnología utilizada para apoyar el aprendizaje mixto(incluyer
5
100%
3 de 3 miembros del equipo directivo contestaron a esta pregunta
Profesores/as
En nuestro centro, organizamos formaciones para nuestros profesores sobre la tecnología utilizada para apoyar el aprendizaje mixto (incluye
4.7
27%
73%
15 de 15 profesores/as contestaron a esta pregunta
Miembros del equipo directivo
Nuestro centro proporciona infraestructura para la enseñanza (dispositivos digitales, conexión a internet) y los profesores pueden acceder a ella c
5
100%
3 de 3 miembros del equipo directivo contestaron a esta pregunta
Profesores/as
Nuestro centro proporciona infraestructura para la enseñanza (dispositivos digitales, conexión a internet) y puedo acceder a ella cuando sea nece
4.9
93%
15 de 15 profesores/as contestaron a esta pregunta



V.4.2. Análisis del plan de formación del profesorado

En la Tabla 50 se muestra el porcentaje de actividades desarrolladas en el IES Los valles durante los 4 cursos escolares de duración del segundo plan de formación del profesorado comprendidos entre el 2020-2021 y el 2023-2024.

Tabla 50

Porcentaje de actividades del segundo plan de formación por categoría

Categorías del plan de formación	Porcentaje de actividades del plan
Tecnologías educativas	40
Metodologías activas	20
Patrimonio y entorno	15
Convivencia	10
Desarrollo sostenible	10
Fomento de la lectura	5

Aunque el porcentaje mayor de las actividades implementadas se centró en la categoría de tecnologías educativas con un 40 %, este porcentaje fue inferior al del primer plan de formación para incrementar otras categorías como metodologías activas que pasó del 5.88 % de las actividades en el primer plan al 20 % en el segundo plan. Otras categorías que aumentaron su representación desde el 5.88 % fueron el patrimonio y entorno que pasó a un 15 % y la convivencia y el desarrollo sostenible que alcanzaron el 10 %. Sin embargo, el fomento

a la lectura disminuyó desde el 11.76 % al 5% y la categoría de atención a la diversidad se suprimió al ser menos dominante que otros criterios de clasificación, aunque formó parte de las actividades desarrolladas.

V.4.3. Interacción con el chatbot en el aula virtual

El uso del chatbot por parte del alumnado fue desigual con entradas registradas en la plataforma Moodle de 6 de los 7 estudiantes. Los recursos que más utilizaron según informaron a la docente fueron los solucionarios de actividades de cada unidad didáctica de los diferentes bloques temáticos de Álgebra, Geometría, Análisis y Probabilidad y los vídeos explicativos con la resolución de problemas matemáticos concretos. También visualizaron y descargaron en sus ordenadores resúmenes y presentaciones de contenido teórico. Todo ello ha quedado registrado en la plataforma Moodle (Anexo H) en la que se duplicaron muchos de los recursos proporcionados por el chatbot salvo canales de Youtube especializados en Matemáticas para diferentes niveles educativos y herramientas como calculadoras numéricas, gráficas o algebraicas. La intención por la que se duplicó gran parte de la información fue registrar la interacción de los estudiantes con el contenido y detectar los recursos que consideraban más valiosos para su aprendizaje y que captaban su interés.

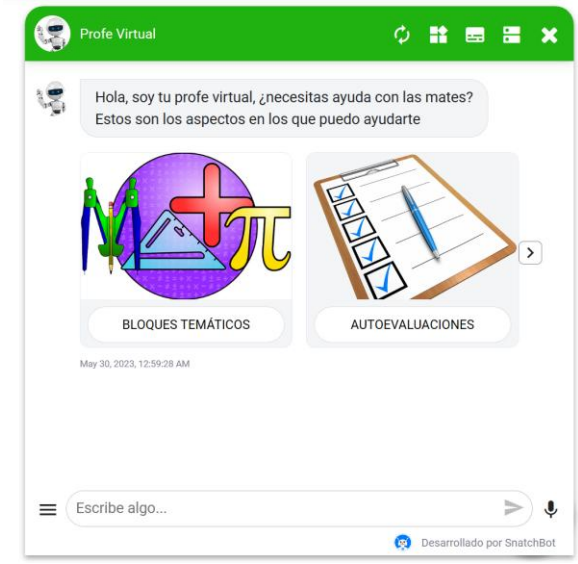
En la Figura 109 pueden verse diferentes imágenes sobre la funcionalidad del chatbot en el aula virtual asociada a la asignatura de Matemáticas II.

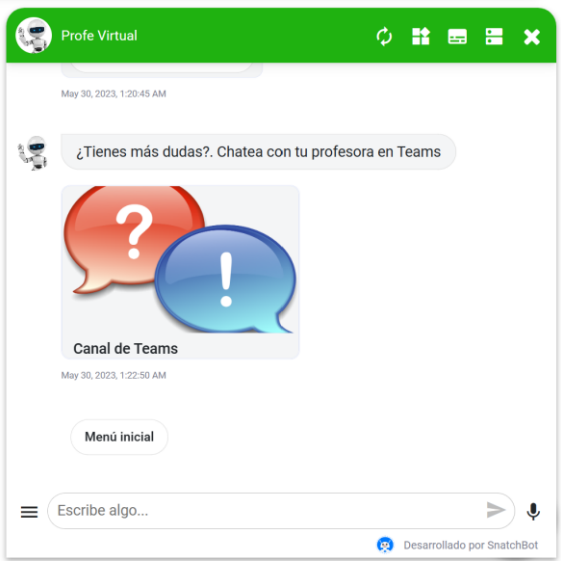
Figura 109

Integración con el chatbot en el aula virtual

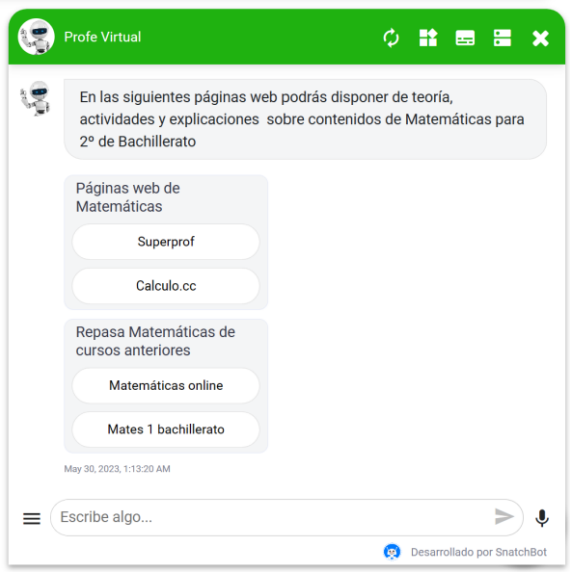


Bloques temáticos y autoevaluaciones *Interacción con el docente*

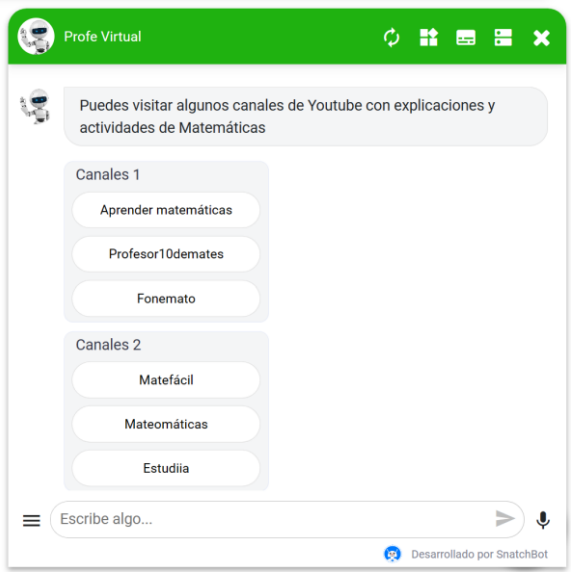




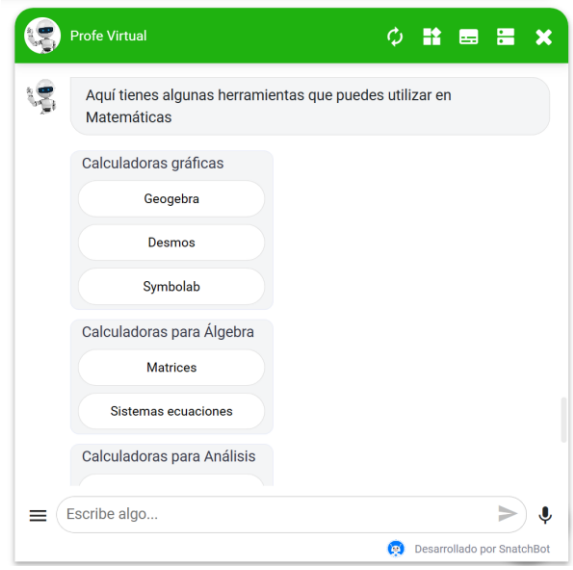
Recursos de Matemáticas



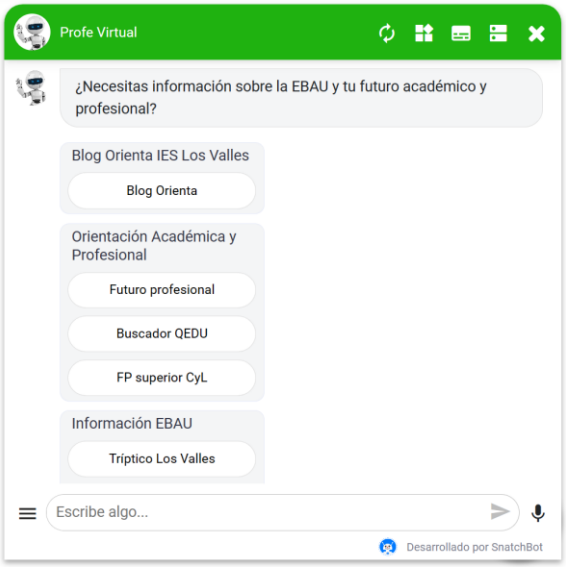
Canales de Youtube sobre Matemáticas



Herramientas para Matemáticas



Orientación y EBAU



Nota. Capturas de pantalla realizadas en el aula virtual Moodle de Matemáticas II del IES Los Valles.

V.5 Fase de reflexión

V.5.1. Cumplimiento de los objetivos del ciclo II

Se han cumplido los objetivos operativos de cada fase del segundo ciclo de investigación acción que abarca principalmente dos cursos académicos 2021-2022 y 2022-2023, aunque la formación del profesorado del segundo plan de centro se extiende desde 2020-2021 a 2023-2024 con una duración de cuatro cursos académicos solapándose con algunas acciones del primer y tercer ciclo.

Inicialmente se identificaron las mejoras para emprender en el segundo ciclo tras las reflexiones de las principales acciones llevadas a cabo en el primer ciclo. Las tres líneas de investigación con continuidad en el segundo ciclo fueron la integración tecnológica para apoyar el aprendizaje de las matemáticas, la autoevaluación de centro y el desarrollo profesional docente también relacionados con la tecnología educativa. Después de rediseñar el plan de acción, se implementaron las estrategias de mejora previstas y se analizaron los resultados de la interacción con el chatbot, del cuestionario SELFIE y del plan de formación docente. La reflexión sobre estas acciones llevó a decidir sobre su continuidad y propuestas de mejora.

V.5.2. Reflexión sobre las acciones de mejora del segundo ciclo

Chatbot. Con relación a los procesos de aprendizaje en el área de matemáticas, se combinaron las herramientas digitales del chatbot y Moodle, integrando en este entorno virtual de aprendizaje un nuevo chatbot configurado en la plataforma Snatchbot. El cambio de plataforma para la configuración del chatbot se introdujo para explorar otras opciones y poder decidir la más adecuada con base en las experiencias de configuración e implementación y en el cumplimiento de los objetivos de aprendizaje. En esta segunda aplicación de un chatbot para matemáticas se volvió a elegir el nivel de 2º de Bachillerato, aunque en la modalidad de Ciencias, para facilitar la implementación en un grupo-materia en el que la investigadora también ejerciera como docente. Sin embargo, el chatbot no se enfocó en la resolución de

problemas como en el primer ciclo sino en la facilitación de información académico-profesional de interés para el alumnado y el refuerzo de su aprendizaje autónomo en la materia a través de recursos seleccionados por la profesora, actividades interactivas y contenido matemático diverso, presentado a través de menús de selección.

Autoevaluación SELFIE. Sobre la autoevaluación del centro en materia de tecnología educativa, se continuó con la aplicación del cuestionario SELFIE pero ampliando el análisis a nuevas áreas para explorar los factores positivos y negativos para el aprendizaje mixto que adquiere mayor relevancia en el centro educativo debido a la pandemia de COVID-19. Además, se indagó en el acceso del alumnado a dispositivos digitales en el hogar y en su conocimiento técnico para tomar medidas desde el centro educativo que redujesen la brecha digital como el préstamo de portátiles y que mejorasen las competencias digitales del alumnado con una integración efectiva de la tecnología en los procesos educativos.

Valoración general de resultados más destacados. Utilizando la misma escala cualitativa asociada al rango de puntuaciones establecido en el primer ciclo de la investigación-acción para hacer una valoración general de los resultados del cuestionario SELFIE en las diferentes áreas, se describen en la Tabla 51 los resultados para cada grupo participante. Las áreas principales son las siguientes: A-Liderazgo, B-Colaboración y redes, C-Infraestructura y equipo, D-Desarrollo profesional continuo, E-Pedagogía: Apoyos y recursos, F-Pedagogía: Implementación en el aula, G-Prácticas de evaluación, H-Competencias digitales del alumnado

Tabla 51

Descripción de las puntuaciones en las diferentes áreas del cuestionario SELFIE para cada grupo participante

Participantes	**Puntuación**	**Áreas**
Equipo directivo	Alta	B, F, G, H
	Muy alta	A, C, D, E
Profesorado	Alta	B, F, G, H
	Muy alta	A, C, D, E

Participantes	Puntuación	Áreas
Alumnado	Media	B, C, F, G, H
	Alta	E

Aunque el equipo directivo y el profesorado del IES Los Valles siguen obteniendo puntuaciones altas o muy altas en las ocho áreas principales y sus puntuaciones son similares a diferencia de las obtenidas en la primera aplicación del cuestionario donde había más disparidad entre las puntuaciones de los dos grupos, continúa siendo el área G sobre prácticas de evaluación la de menor puntuación, incluso en el grupo del alumnado, lo que indica que en general en el centro educativo se debe insistir en la mejora de esta área a través de formación específica.

Tanto el profesorado como el equipo directivo continúan destacando la conexión a internet poco fiable o lenta como factor que limita el uso de la tecnología en el centro y el alumnado también continúa usando mayoritariamente la tecnología en el hogar para el ocio. Además, el uso de la tecnología en el centro obtiene una puntuación media lo que sugiere que existen diferencias de uso tecnológico en las prácticas educativas coexistiendo métodos más tradicionales con otros de mayor nivel de integración de la tecnología. Sin embargo, en general el IES Los Valles mantiene un nivel máximo de certificación CoDiCe TIC, según la ORDEN EDU/600/2018 (Consejería de Educación de Castilla y León, 2018), que refleja el grado de integración de las tecnologías digitales en los centros educativos no universitarios de Castilla y León en contraste con la percepción del alumnado sobre el uso de la tecnología en los procesos educativos.

Formación del profesorado. El aumento del uso de las tecnologías educativas requiere una formación adecuada para explotar su potencial educativo y en esa línea se continúa con un segundo plan de centro de formación del profesorado ampliando la oferta de actividades formativas sobre metodologías activas y respondiendo a los intereses del profesorado en cada curso escolar.

Al finalizar el segundo plan, la investigadora-directora del centro educativo y el coordinador de formación, calidad e innovación valoraron el plan atendiendo a los mismos criterios que en el primer plan de formación: cumplimiento de los objetivos, aprovechamiento de la formación, desarrollo de competencias profesionales, implicación del profesorado, implicación del equipo de formación interno, implicación del equipo externo, coordinación equipo interno-equipo externo, aplicación de la formación al aula, compromiso de aplicación al aula, expectativas de continuidad y grado de satisfacción con el trabajo realizado como equipo interno. La puntuación de cada criterio en una escala de 1 a 10 osciló entre 9 y 10 lo que refleja una satisfacción general y multidimensional con el plan desarrollado.

De nuevo con el segundo plan de formación se insistió en la actualización del profesorado sobre tecnología educativa, metodologías activas, convivencia, patrimonio y entorno, desarrollo sostenible y el fomento de la lectura, para contribuir tanto al logro de los objetivos de la propia investigación como del centro y de su profesorado.

El porcentaje de participación del profesorado en las actividades del plan de formación fue superior al 50 % durante los cuatro años de duración y se propuso un nuevo plan para continuar fomentando la formación y el desarrollo profesional docente contribuyendo a la mejora de la calidad de los procesos educativos. No obstante, dado el interés creciente a nivel internacional por la digitalización de los centros educativos a raíz de la pandemia de COVID-19, el profesorado del centro se enfocó en mejorar su competencia digital a través de formación tanto interna como externa ofertada por diferentes organismos como el Instituto Nacional de Tecnologías Educativa y de Formación del Profesorado (INTEF) o en la comunidad de Castilla y León los Centros de Formación e Innovación Educativa (CFIEs) o especializado como el Centro de Recursos y Formación del Profesorado en Tecnologías de la Información y la Comunicación (CFPTIC).

V.5.3. Ajustes y continuidad

Ámbito del profesorado. Al finalizar en 2023-2024 el segundo plan de formación del profesorado en el IES Los Valles después de cuatro años, se decide proseguir con actividades enfocadas en el desarrollo profesional docente ofertadas a través de un nuevo plan de formación para mantener y fomentar oportunidades de innovación e investigación con tecnología educativa. Fue en un curso sobre chatbot en el que la investigadora descubrió el potencial educativo de esta herramienta y decidió indagar en la forma de aplicarlo en la materia de matemáticas para proporcionar ayuda al alumnado en su aprendizaje incluso fuera del horario escolar. La estrategia utilizada para fomentar innovaciones en la práctica docente fue potenciarlas desde el propio centro educativo a través de los planes internos de formación docente en los que el equipo directivo participó activamente para lograr un sentido comunitario con intereses profesionales compartidos. Dado que el tiempo de investigación limita la recogida de información de un tercer plan con igual duración que los anteriores, el tercer ciclo de investigación se centra en la línea formativa predominante a lo largo de los planes anteriores relativa a la tecnología educativa. En concreto se observa la evolución de la certificación en competencia digital de los docentes del IES Los Valles a través de los datos proporcionados por el Centro de Formación del Profesorado e Innovación Educativa de Benavente.

Ámbito del alumnado. Con el propósito de configurar un chatbot específico para ayudar al alumnado en la materia de matemáticas a lo largo del primer y segundo ciclo de la investigación acción se probaron dos plataformas Dialogflow y Snatchbot para desarrollar el chatbot. En el primer caso, el chatbot solo respondía a preguntas concretas necesarias para resolver un determinado problema de programación lineal y esa era su principal limitación porque no respondía a cuestiones fuera del guion prefijado y aunque las preguntas podían formularse en lenguaje natural o utilizando palabras clave, las respuestas eran cerradas e introducidas por la profesora en la configuración del chatbot. Esto no solo limitaba las opciones

de interacción con el alumnado también requirió formación docente específica y un tiempo prolongado para la configuración del chatbot. La necesidad de ampliar la ayuda proporcionada por el chatbot llevó a buscar otras plataformas como Snatchbot en la que por medio de menús con hipervínculos se facilitaron múltiples recursos y actividades sobre la materia. Estos recursos fueron previamente seleccionados por la profesora-investigadora de matemáticas siguiendo criterios de adecuación al currículo de la materia, disponibilidad en la web, presentación en diferentes formatos o interactividad con retroalimentación inmediata para potenciar procesos de autoevaluación. Pero este segundo chatbot, aunque mejoraba algunos aspectos del primero tampoco cumplía con los requerimientos docentes porque a pesar de ampliar las opciones de ayuda en el aprendizaje de las matemáticas seguía estando limitado por las configuraciones docentes, sin posibilidad de responder a cuestiones no previstas en los menús de navegación. Para solucionar este inconveniente se busca en el tercer ciclo de investigación-acción, otra plataforma Botpress con documentación y guías que faciliten el autoaprendizaje del docente para configurar el chatbot y donde además de unificar las funciones principales de los chatbots anteriores de guía para resolver problemas matemáticos y facilitador de recursos y actividades específicos, posibilite otro tipo de cuestiones abiertas incorporando en su configuración una fuente de conocimiento web. Además, este nuevo chatbot continúa integrándose en el sistema de gestión de aprendizaje Moodle, dentro de un curso en línea para la materia de matemáticas de 2º de Bachillerato de la modalidad de humanidades y ciencias sociales, dentro de un entorno digital seguro y confiable.

Ámbito del centro educativo. Con periodicidad bienal, el cuestionario SELFIE se utilizará por tercera vez en el IES Los Valles para conocer a través del alumnado, el profesorado y el equipo directivo la situación del centro sobre tecnología educativa y poder compararla con las aplicaciones anteriores. La autoevaluación de la integración digital en el centro educativo permite identificar las áreas de mejora y proponer acciones que afectan tanto a los participantes

como a la infraestructura y equipamiento del centro. Estas acciones se centran en potenciar el adecuado uso de las tecnologías a través de la formación docente, la complementariedad de la educación presencial y virtual y la mejora de la conexión a internet y el acceso a dispositivos como portátiles o tabletas. La administración educativa, a través de fondos de ayuda europeos como NextGenerationEU busca impulsar la transformación digital de los centros educativos y aporta los recursos económicos necesarios para la mejora de las redes y medios informáticos.

VI. Tercer ciclo de investigación-acción

VI.1. Diagnóstico

VI.1.1. Planificación del diagnóstico actualizado

Con el propósito de enriquecer la comprensión del contexto institucional en el que se ha desarrollado esta investigación-acción, se ha incorporado un diagnóstico actualizado que incluye un análisis del rendimiento académico en matemáticas durante los últimos seis años (de 2018–2019 a 2023-2024). Este análisis abarca tres momentos clave: antes de la pandemia de COVID-19, durante el período de educación remota y tras el retorno a la presencialidad, lo que permite obtener una visión más profunda y contextualizada del estado actual del aprendizaje en esta área. El seguimiento del rendimiento en el área de matemáticas a largo plazo considera factores externos de gran impacto como la pandemia y al comparar los resultados académicos previos, durante y posteriores a la pandemia permite comprender los efectos de la educación remota, la pérdida de aprendizaje informada por estudios como el de Arenas et al., (2022) o PISA 2022 (Ministerio de Educación, Formación Profesional y Deportes, 2023) y los procesos de recuperación implementados institucionalmente. Este análisis evidencia si los niveles de rendimiento se han estabilizado o si persisten brechas significativas.

En la Tabla 52 se muestra la planificación de la fase de diagnóstico incluyendo el rendimiento académico del alumnado del IES Los Valles en matemáticas durante 6 años, desde el curso 2018-2019 al 2023-2024.

Tabla 52

Planificación de la fase inicial de diagnóstico

Objetivo de fase	Acciones	Recursos	Responsable	Evidencias o productos	Año
Actualizar el diagnóstico	Analizar el rendimiento del alumnado en	Actas de evaluación del	Investigadora	Análisis estadístico	2023-2024

Objetivo de fase	Acciones	Recursos	Responsable	Evidencias o productos	Año
incluyendo el rendimiento académico en matemáticas	matemáticas durante 6 años con datos antes, durante y después de la pandemia de COVID-19	IES Los Valles desde el curso 2018-2019 al 2023-2024		descriptivo e inferencial	

VI.1.2. Análisis del rendimiento académico en matemáticas durante 6 años

El análisis del rendimiento académico del alumnado del IES Los Valles en matemáticas desde el curso 2018-2019 al 2023-2024 es una actualización que incluye el curso 2023-2024 respecto al análisis publicado en el artículo "Impacto de las instrucciones de evaluación en los resultados de matemáticas en secundaria durante la pandemia de COVID-19" (Giraldo Pérez et al., 2024).

Métodos. Para la obtención de los datos relacionados con el rendimiento en la asignatura de Matemáticas, así como con los porcentajes de promoción y titulación en los distintos niveles de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato durante el periodo de estudio, se optó por aplicar un censo. Esta técnica permitió registrar la información de manera exhaustiva y precisa. La elección del censo, en lugar de un muestreo, se justifica por la mayor fiabilidad de los datos obtenidos y por la ausencia de restricciones de tipo económico, temporal o vinculadas al tamaño de la población objeto de estudio. Los datos contenidos en las actas de evaluación del centro educativo Los Valles de Camarzana de Tera se analizaron desde una perspectiva cuantitativa, aplicando métodos estadísticos descriptivos e inferenciales y utilizando como instrumentos el Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales SPSS y el software de Microsoft Excel.

Resultados. En la Tabla 53 se evidencia que, durante el curso 2019-2020, hubo una mejora general en los datos de evaluación en comparación con el curso anterior. Esto se refleja en indicadores de fracaso escolar, como el porcentaje de alumnado repetidor, el que

promociona con materias suspensas y, específicamente para el área de estudio, el porcentaje de estudiantes con Matemáticas pendientes.

Tabla 53

Indicadores de fracaso escolar en el IES Los Valles para seis años académicos

Año		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Alumnado repetidor	n	32	15	13	14	14	13
	%	18,82	8,88	7,93	8,92	9,21	8,28
Alumnado con materias pendientes	n	40	34	26	24	41	35
	%	23,53	20,12	15,85	15,29	26,97	22,29
Alumnado con Matemáticas pendientes	n	17	13	7	5	6	18
	%	10	7,69	4,27	3,18	3,95	11,46
Alumnado total	N	170	169	164	157	152	157

Nota. Los años numerados de 1 a 6 se refieren a los años académicos desde el 2018-2019 al 2023-2024.

A lo largo de los seis años académicos estudiados, se identificó que el mayor porcentaje de estudiantes repetidores, 18,82 %, se registró en el curso 2018-2019, previo a la pandemia. En los cinco años posteriores, esta cifra se redujo a menos de la mitad, alcanzando un mínimo de 7,93 % en 2020-2021. También, el porcentaje de alumnos con asignaturas pendientes del curso anterior mostró una disminución durante los primeros tres años de la pandemia en comparación con el curso 2018-2019, bajando del 23,53 % en 2018-2019 al 15,29 % en 2021-2022. No obstante, en el curso 2022-2023, se observó un incremento que llevó al porcentaje máximo del período analizado, 26,97 %, aunque en el siguiente año descendió al 22,29 %. Los porcentajes más bajos, 15,85 % y 15,29 %, se registraron en los cursos 2020-2021 y 2021-2022, respectivamente, lo cual coincide con la implementación de instrucciones específicas para la evaluación que favorecieron un aumento del porcentaje de aprobados y,

consecuentemente, una disminución en el número de estudiantes con asignaturas pendientes (Giraldo Pérez et al., 2024).

En particular, en Matemáticas, el porcentaje de estudiantes con la materia pendiente era del 10 % en 2018-2019, y a partir de ese curso, disminuyó hasta un mínimo de 3,18 % en 2021-2022. Sin embargo, en 2022-2023, este porcentaje subió a 3,95 %, un aumento menor a un punto, en contraste con el incremento de más de 11 puntos en el porcentaje general de estudiantes con materias pendientes en ese mismo curso. Esto sugiere que en matemáticas se mantuvieron las medidas de evaluación más flexibles respecto al periodo anterior a la pandemia. Sin embargo, en 2023-2024, primer año pospandemia después de que la Organización Mundial de la Salud declarase el fin de la emergencia de salud pública por la COVID-19 el 5 de mayo de 2023 (World Health Organization, 2023), se alcanzó un 11,46 %, superando incluso los niveles prepandemia, lo que indica que, a pesar de las medidas adoptadas, un 51,43 % de los estudiantes con materias pendientes enfrentó dificultades en matemáticas.

Otro indicador relevante en la evaluación es el porcentaje de promoción y titulación en el IES Los Valles a lo largo de los seis años analizados, tal como se muestra en la Tabla 54 y la Figura 110. Este indicador se presenta desglosado por niveles con el fin de identificar posibles anomalías.

Tabla 54

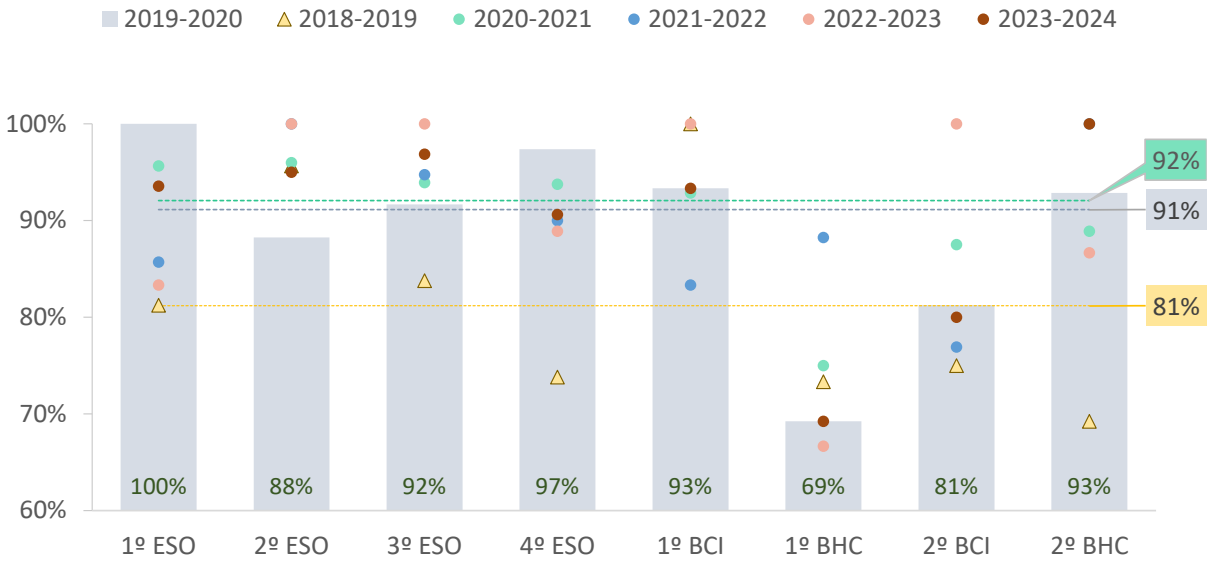
Porcentajes de promoción/titulación del IES Los Valles en seis años académicos

	2018-2019	**2019-2020**	**2020-2021**	**2021-2022**	**2022-2023**	**2023-2024**
1º ESO	81%	100%	96%	86%	83%	94%
2º ESO	96%	88%	96%	100%	100%	95%
3º ESO	84%	92%	94%	95%	100%	97%
4º ESO	74%	97%	94%	90%	89%	91%
1º BCI	100%	93%	93%	83%	100%	93%
1º BHC	73%	69%	75%	88%	67%	69%

	2018-2019	2019-2020	2020-2021	2021-2022	2022-2023	2023-2024
2º BCI	75%	81%	88%	77%	100%	80%
2º BHC	69%	93%	89%	100%	87%	100%
Global	81%	91%	92%	91%	91%	92%

Figura 110

Porcentajes de promoción/titulación del IES Los Valles en seis años académicos



Considerando que durante los años académicos 2019-2020 y 2020-2021 se relajaron las normativas de evaluación para mitigar los efectos de la interrupción temporal de la enseñanza presencial debido a la pandemia de coronavirus, se observa un aumento progresivo en los porcentajes globales de promoción y titulación. Antes de la pandemia, este porcentaje era del 81 %, aumentando al 91 % en 2019-2020 y al 92 % en 2020-2021. Las diferencias entre el año de inicio de la pandemia y el anterior fueron más significativas que entre los dos primeros años de la pandemia. En los años académicos 2021-2022 y 2022-2023, el porcentaje se mantuvo alto en un 91 %, lo que sugiere que los esfuerzos de las administraciones educativas para considerar la repetición de curso como una medida excepcional, implementando planes específicos de

apoyo y refuerzo personalizados, han sido efectivos. En 2023-2024, el nivel alto se mantiene con un 92 %.

Estos porcentajes fueron más altos en el curso 2019-2020 bajo los efectos de la pandemia, en comparación con 2018-2019, excepto en 2º de ESO y 1º de Bachillerato (modalidades de Ciencias y de Humanidades y Ciencias Sociales). En 2019-2020, los porcentajes de promoción o titulación superaron el 80 % en los niveles de 2º de ESO y de 2º BCI, incluso mayores del 90 % en 1º, 3º y 4º de ESO y en 1ºBCI y 2º BHC, pero en 1º de BHC, se registró el menor porcentaje de promoción del 69 %. En este nivel, el abandono de los estudios de bachillerato de Humanidades y Ciencias Sociales fue del 23 %, lo que explica significativamente este dato. Además, en 2021-2022 y 2022-2023 se observó que, en la ESO, el menor porcentaje de promoción se dio en el primer curso, con un 86 % y un 83 % respectivamente, a diferencia de los dos años anteriores de pandemia, que presentaron los porcentajes más altos en ese nivel, 100 % en 2019-2020 y 96 % en 2020-2021. En 2023-2024, el porcentaje de promoción en 1º de ESO aumentó al 94 % respecto al curso anterior. Estas diferencias en 1º de ESO son relevantes ya que es el nivel en el que los alumnos provenientes de centros de primaria se incorporan al instituto de enseñanza secundaria Los Valles. En 2º de ESO, el porcentaje de promoción más bajo para este nivel en el periodo considerado fue de 88 % en 2019-2020 y el más alto, del 100 % se observa en los años académicos 2021-2022 y 2022-2023. En 3º de ESO, el porcentaje más bajo de promoción en los seis años estudiados fue del 84 % en prepandemia y el más alto del 100 % en 2022-2023. En 4º de ESO, el porcentaje más bajo de titulación también se registró en prepandemia con un 74 % y el más alto en el primer año de pandemia con un 97 %. Sin embargo, en 1º de Bachillerato, en la modalidad de Ciencias (BCI), en prepandemia el porcentaje de promoción fue del 100 %, al igual que en 2022-2023, mientras que, en los primeros años de pandemia, 2019-2020 y 2020-2021, fue inferior, con un 93 %, porcentaje que también se repite en el año pospandemia 2023-2024. Los porcentajes de

promoción para la modalidad de Humanidades y Ciencias Sociales (BHC) fueron inferiores en todos los años considerados, salvo en 2021-2022, cuando la modalidad de Ciencias presentó un porcentaje del 83 %, mientras que la de Humanidades y Ciencias Sociales alcanzó un 88 %. Por último, en 2º de Bachillerato, en ambas modalidades, el menor porcentaje de titulación se registró el año prepandemia con un 75 % en 2º BCI y un 69 % en 2º BHC. El porcentaje más alto, del 100 %, se alcanzó en 2022-2023 en la modalidad de Ciencias y en 2021-2022 y 2023-2024 en la otra modalidad. En Humanidades y Ciencias Sociales, los porcentajes previos a la pandemia muestran mayores diferencias en general con el resto de los años.

Focalizando en el área de Matemáticas, que es el objeto de estudio, la Tabla 55 presenta los porcentajes de aprobados en esta asignatura para los niveles y modalidades de la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y Bachillerato en el IES Los Valles a lo largo de los seis años analizados. Estos también pueden visualizarse en la Figura 111.

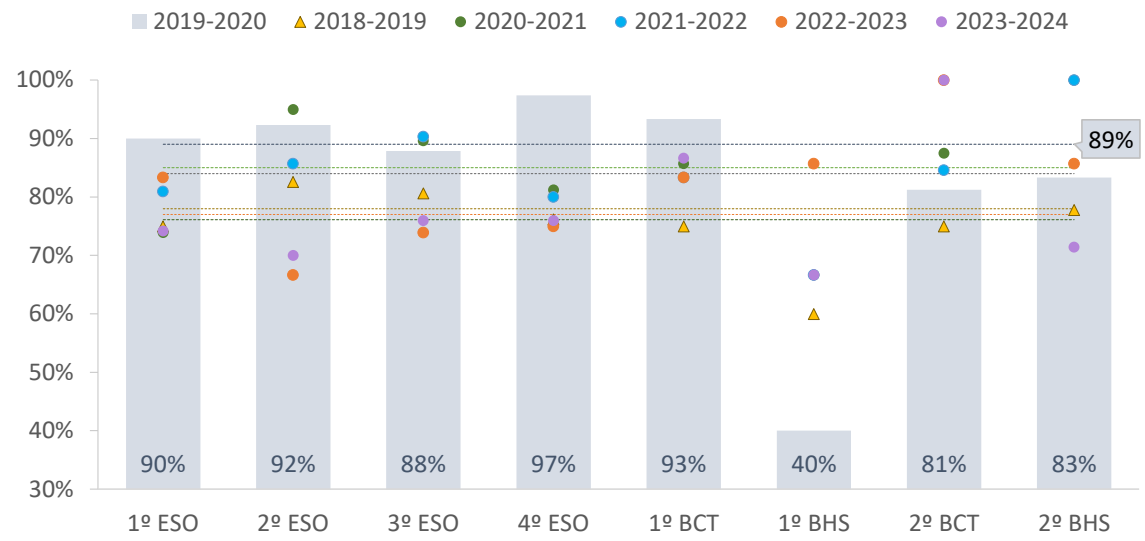
Tabla 55

Porcentaje de aprobados del IES Los Valles en el área de matemáticas durante seis años

	2018-2019	**2019-2020**	**2020-2021**	**2021-2022**	**2022-2023**	**2023-2024**
1º ESO	75%	90%	74%	81%	83%	74%
2º ESO	83%	92%	95%	86%	67%	70%
3º ESO	81%	88%	90%	90%	74%	76%
4º ESO	76%	97%	81%	80%	75%	76%
1º BCT	75%	93%	86%	83%	83%	87%
1º BHS	60%	40%	67%	67%	86%	67%
2º BCT	75%	81%	88%	85%	100%	100%
2º BHS	78%	83%	100%	100%	86%	71%
Global	77%	89%	85%	84%	78%	76%

Figura 111

Porcentaje de aprobados del IES Los Valles en el área de matemáticas durante seis años



En el curso 2018-2019, el porcentaje global de aprobados fue del 77 %, aumentando al 89 % en 2019-2020, al 85 % en 2020-2021, y al 84 % en 2021-2022. Sin embargo, en 2022-2023 y 2023-2024, los porcentajes descendieron nuevamente al 78 % y 76 %, respectivamente. Esto indica que, durante el año académico del confinamiento, cuando se suspendieron las clases presenciales y se flexibilizaron los criterios de evaluación, hubo un mayor porcentaje de aprobados en comparación con los demás años estudiados. Posteriormente, en los cursos 2022-2023 y 2023-2024, los porcentajes volvieron a niveles similares a los de antes de la pandemia, situándose por debajo del 80 %. El incremento en las oportunidades de recuperación y la valoración positiva de las actividades virtuales influyeron en los resultados del curso 2019-2020.

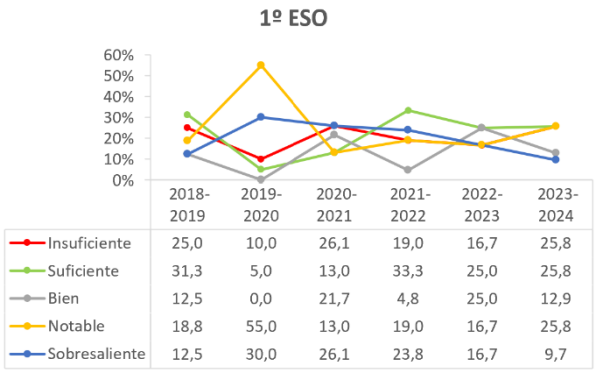
En ese mismo año académico, se observó un aumento en el porcentaje de aprobados en Matemáticas en casi todos los niveles, excepto en 1º de Bachillerato de la modalidad de Ciencias Sociales, donde solo el 40 % de los estudiantes aprobó. Para investigar esta anomalía, se analizaron otros datos relevantes, como el abandono de la asignatura durante el

confinamiento y el cambio posterior de estudios del 60 % del alumnado de 1º de Bachillerato de Ciencias Sociales a Formación Profesional. También en 2019-2020, los niveles de 1º y 4º de ESO, así como 1º de Bachillerato de Ciencias (BCI), alcanzaron los mayores porcentajes de aprobados en Matemáticas en comparación con los otros años del estudio, con datos del 90 %, 97 % y 93 %, respectivamente.

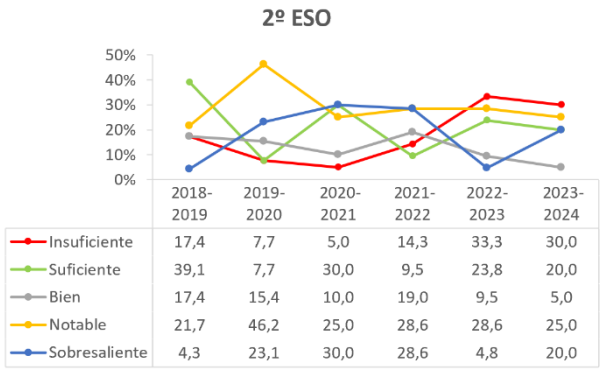
Si se agrupan las calificaciones de Matemáticas en todos los niveles de ESO y Bachillerato en los seis años de estudio siguiendo el criterio de correspondencia 0, 1, 2, 3, y 4 con Insuficiente, 5 Suficiente, 6 Bien, 7 y 8 Notable y 9 y 10 Sobresaliente, los resultados expresados en porcentajes se muestran en la Figura 112.

Figura112

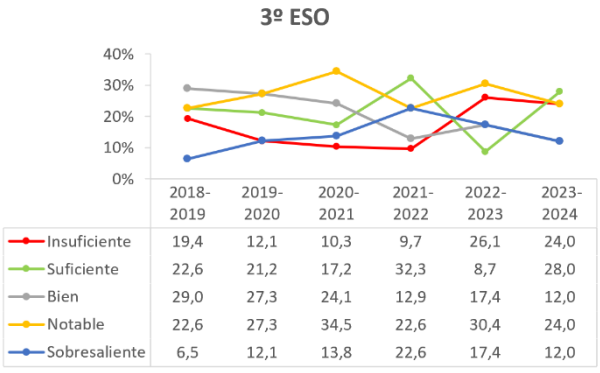
Porcentajes de calificaciones de matemáticas agrupadas para los diferentes niveles educativos



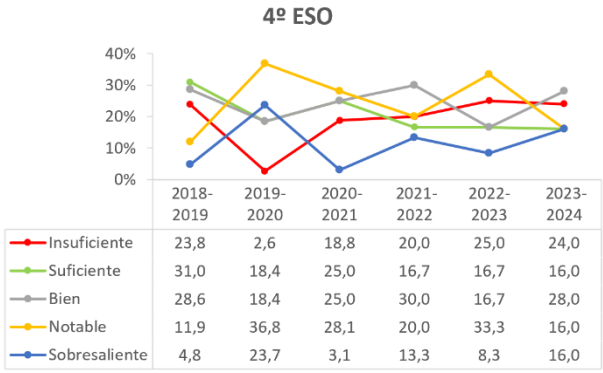
	2018-2019	2019-2020	2020-2021	2021-2022	2022-2023	2023-2024
Insuficiente	25,0	10,0	26,1	19,0	16,7	25,8
Suficiente	31,3	5,0	13,0	33,3	25,0	25,8
Bien	12,5	0,0	21,7	4,8	25,0	12,9
Notable	18,8	55,0	13,0	19,0	16,7	25,8
Sobresaliente	12,5	30,0	26,1	23,8	16,7	9,7



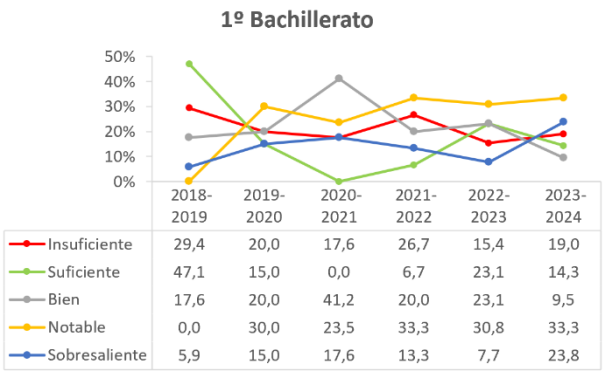
	2018-2019	2019-2020	2020-2021	2021-2022	2022-2023	2023-2024
Insuficiente	17,4	7,7	5,0	14,3	33,3	30,0
Suficiente	39,1	7,7	30,0	9,5	23,8	20,0
Bien	17,4	15,4	10,0	19,0	9,5	5,0
Notable	21,7	46,2	25,0	28,6	28,6	25,0
Sobresaliente	4,3	23,1	30,0	28,6	4,8	20,0



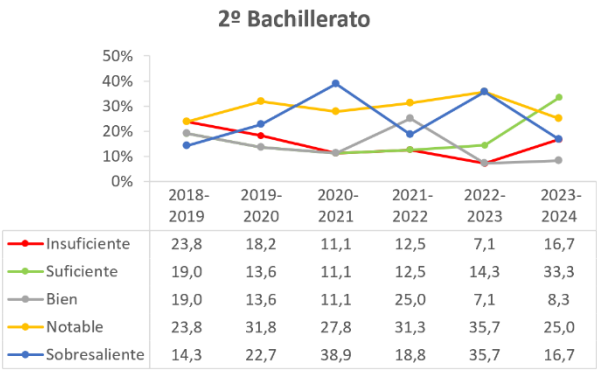
	2018-2019	2019-2020	2020-2021	2021-2022	2022-2023	2023-2024
Insuficiente	19,4	12,1	10,3	9,7	26,1	24,0
Suficiente	22,6	21,2	17,2	32,3	8,7	28,0
Bien	29,0	27,3	24,1	12,9	17,4	12,0
Notable	22,6	27,3	34,5	22,6	30,4	24,0
Sobresaliente	6,5	12,1	13,8	22,6	17,4	12,0



	2018-2019	2019-2020	2020-2021	2021-2022	2022-2023	2023-2024
Insuficiente	23,8	2,6	18,8	20,0	25,0	24,0
Suficiente	31,0	18,4	25,0	16,7	16,7	16,0
Bien	28,6	18,4	25,0	30,0	16,7	28,0
Notable	11,9	36,8	28,1	20,0	33,3	16,0
Sobresaliente	4,8	23,7	3,1	13,3	8,3	16,0



	2018-2019	2019-2020	2020-2021	2021-2022	2022-2023	2023-2024
Insuficiente	29,4	20,0	17,6	26,7	15,4	19,0
Suficiente	47,1	15,0	0,0	6,7	23,1	14,3
Bien	17,6	20,0	41,2	20,0	23,1	9,5
Notable	0,0	30,0	23,5	33,3	30,8	33,3
Sobresaliente	5,9	15,0	17,6	13,3	7,7	23,8



	2018-2019	2019-2020	2020-2021	2021-2022	2022-2023	2023-2024
Insuficiente	23,8	18,2	11,1	12,5	7,1	16,7
Suficiente	19,0	13,6	11,1	12,5	14,3	33,3
Bien	19,0	13,6	11,1	25,0	7,1	8,3
Notable	23,8	31,8	27,8	31,3	35,7	25,0
Sobresaliente	14,3	22,7	38,9	18,8	35,7	16,7

Análisis descriptivo de las calificaciones por niveles a lo largo de los seis años de estudio

1º de ESO: El análisis de las calificaciones de Matemáticas en 1º de ESO durante el período 2018-2024 revela fluctuaciones en la distribución de los estudiantes entre las distintas categorías de rendimiento, reflejando posibles variaciones en la calidad del aprendizaje y los procesos pedagógicos en estos años. En el año académico 2018-2019, un 25% de los estudiantes obtuvo la calificación de "Insuficiente", y un 31,3% logró un "Suficiente", lo que indica un rendimiento mayoritariamente bajo. Sin embargo, en 2019-2020, se observó una notable mejora, con un 55% de los estudiantes alcanzando la calificación de "Notable" y un 30% "Sobresaliente", mientras que las calificaciones de "Insuficiente" y "Suficiente" disminuyeron drásticamente a 10% y 5%, respectivamente. Este cambio puede estar relacionado con un ajuste en los métodos de evaluación o las condiciones extraordinarias de enseñanza durante la pandemia de COVID-19. En 2020-2021, las calificaciones "Insuficiente" y "Sobresaliente" se equipararon en 26,1%, mostrando un rendimiento polarizado. El porcentaje de calificaciones “Insuficiente” disminuyó en 2021-2022 alcanzando el 19 % y más aún en 2022-2023 que descendió hasta 16,7 %, mientras que en 2023-2024, el porcentaje de estudiantes con "Insuficiente" volvió a aumentar a 25,8%, acompañado por una disminución en la categoría "Sobresaliente", que cayó a 9,7%.

2º de ESO: En 2º de ESO, durante los años 2019-2020 y 2020-2021 se observó un notable incremento en las calificaciones más altas, con un 46,2% del alumnado obteniendo un "Notable" y un 23,1% alcanzando "Sobresaliente" en 2019-2020, seguido por un aumento adicional en la categoría "Sobresaliente" al 30% en 2020-2021. Este periodo de alto rendimiento contrasta con la caída en las calificaciones altas en 2022-2023, donde solo un 4,8% del alumnado de 2º de ESO logró un "Sobresaliente", y un preocupante aumento en las calificaciones "Insuficiente", que alcanzaron el 33,3%. Estos cambios sugieren una posible disminución en el rendimiento académico en los dos últimos años, coincidiendo con un aumento sostenido en el porcentaje de estudiantes que no alcanzan el nivel mínimo de aprobación. Los porcentajes de 2023-2024, con un 30% en "Insuficiente" y un 20% en "Sobresaliente", podría indicar una ligera recuperación, pero es posible que en estas variaciones hayan podido influir diversos factores como los cambios en el currículo debidos a la LOMLOE que se produjeron en 2022-2023 en los niveles impares (1º y 3º de ESO y 1º de Bachillerato) y en 2023-2024 en los niveles pares (2º y 4º de ESO y 2º de Bachillerato) o las metodologías de enseñanza adoptadas.

3º de ESO: En el nivel de 3º de ESO, a lo largo de estos seis años, se observa una disminución inicial en el porcentaje de estudiantes con calificaciones "Insuficiente", que cae de 19,4% en 2018-2019 a un mínimo de 9,7% en 2021-2022. Sin embargo, a partir de 2022-2023, se registra un aumento considerable en esta categoría, alcanzando 26,1% y un 24% en 2023-2024, lo que indica un deterioro en el rendimiento de una parte significativa del alumnado en los dos últimos años. En cuanto a la calificación "Suficiente", su comportamiento es irregular, con un pico del 32,3% en 2021-2022 seguido de una caída abrupta al 8,7% en 2022-2023, antes de aumentar al 28% en 2023-2024. Por su parte, el alumnado con calificación "Bien" desciende desde 29% en 2018-2019 a 12% en 2023-2024. En contraste, la categoría "Notable" muestra un porcentaje más alto durante 2020-2021 (34,5%) y en los años siguientes

no hay una tendencia clara al producirse disminuciones y aumentos consecutivos pasando de 22,6% a 30,4% y finalmente a 24% en 2023-2024. En cuanto al porcentaje de estudiantes con calificación "Sobresaliente", éste aumenta progresivamente de 6,5% en 2018-2019 a un máximo de 22,6% en 2021-2022, para luego descender a 12% en 2023-2024.

4º de ESO: En 4º de ESO la categoría "Insuficiente" muestra una marcada reducción en 2019-2020, donde el 2,6% del alumnado obtuvo esta calificación, en comparación con el 23,8% del año anterior. Sin embargo, en los años siguientes, este porcentaje se incrementa nuevamente, superando el nivel prepandemia en 2022-2023 con un 25 % y en 2023-2024 con un 24 %. La categoría "Suficiente" también sufre una disminución el primer año de pandemia, pasando del 31% en 2018-2019 al 18,4 % en 2019-2020 y aunque en 2020-2021 sube al 25 % los siguientes años desciende al 16,7% en 2021-2022 y 2022-2023 y 16% en 2023-2024, sugiriendo una disminución en el número de estudiantes que alcanzan un nivel básico de competencia. La calificación "Bien" es la que presenta el menor rango o diferencia entre el porcentaje más alto y bajo a lo largo de los seis años de estudio, al contrario que la calificación de "Notable" con variaciones más pronunciadas al tener el mayor rango entre las categorías de calificación en el periodo considerado. "Notable" alcanzó un máximo significativo en 2019-2020 de 36,8% y un mínimo de 11,9 % en la prepandemia. La categoría "Sobresaliente" experimenta un aumento notable en 2019-2020 con un 23,7%, seguido de una caída abrupta en 2020-2021 hasta alcanzar un porcentaje mínimo de 3,1%, y terminar con un 16% en 2023-2024, después de aumentos y disminuciones porcentuales consecutivas.

1º de Bachillerato: El análisis de las calificaciones en Matemáticas para 1º de Bachillerato desde el año académico 2018-2019 al 2023-2024 muestra variaciones significativas en el rendimiento académico, La categoría "Insuficiente" presenta una disminución inicial, bajando del 29,4% en 2018-2019 al 17,6% en 2020-2021, lo que sugiere una mejora en el rendimiento del alumnado en los primeros años de pandemia. Sin embargo, a

partir de 2021-2022, se observan fluctuaciones hasta alcanzar el 19% en 2023-2024. La categoría "Suficiente" muestra un comportamiento más irregular, con una caída pronunciada en 2020-2021, donde no se registran estudiantes en esta categoría, seguida de aumentos progresivos en los dos años siguientes, aunque sin superar el nivel inicial 47,1% de 2018-2019 y desciende hasta 14,3% en 2023-2024.

Por otro lado, la categoría "Bien" experimenta un notable incremento en 2020-2021, alcanzando el máximo en los seis años de 41,2%. El porcentaje mínimo de 9,5 % se produce en 2023-2024. Las categorías superiores, "Notable" y "Sobresaliente" presentan también fluctuaciones con aumentos y disminuciones porcentuales en los años de estudio. "Notable" parte de un porcentaje nulo en 2018-2019 y alcanza el máximo de 33,3% en 2021-2022 y en 2023-2024, lo que indica un crecimiento en el número de estudiantes que alcanzan un rendimiento alto. "Sobresaliente" también parte de un porcentaje mínimo del periodo considerado de 5,9 % en prepandemia y presenta un pico del 17,6% en 2020-2021 y después del descenso hasta 7,7 % en 2022-2023 aumenta hasta 23,8% en 2023-2024.

2º de Bachillerato: El análisis de las calificaciones en Matemáticas para 2º de Bachillerato durante el período estudiado refleja un comportamiento variado en el rendimiento académico de los estudiantes, con porcentajes que sugieren tanto mejoras como desafíos. La categoría "Insuficiente" disminuye desde el porcentaje más alto de los seis años 23,8% en 2018-2019 hasta 11,1% en 2020-2021, lo que indica una mejora en la capacidad de los estudiantes para alcanzar al menos un nivel mínimo de rendimiento. No obstante, a partir de ese año se suceden aumentos y disminuciones en el porcentaje, alcanzando el mínimo 7,1% en 2022-2023. En 2023-2024, este porcentaje aumenta nuevamente al 16,7%, lo que podría sugerir un retroceso en la tendencia positiva observada previamente. En cuanto a la categoría "Suficiente", se observa un aumento en los últimos años, pasando del 11,1% en 2020-2021 al porcentaje máximo en los seis años de 33,3% en 2023-2024. Esto indica una mayor proporción de

estudiantes que logran un nivel básico de competencia, reflejando tal vez un enfoque en asegurar la titulación más que en alcanzar la excelencia.

La categoría "Bien" también con fluctuaciones, presenta un porcentaje máximo de 25 % en 2021-2022 y al año siguiente el porcentaje mínimo de 7,1 % en los seis años. La categoría "Notable" ha sido la de menor variación en el periodo analizado, partiendo de un mínimo de 23,8 % en 2018-2019 y alcanzando en 2022-2023 el máximo de 35,7%, lo que sugiere que un grupo importante de estudiantes ha logrado mantener un rendimiento alto de manera sostenida. Finalmente, la categoría "Sobresaliente" presenta variaciones significativas, partiendo de un porcentaje mínimo de 14,3% y alcanzando un pico de 38,9% en 2020-2021. Tras alternar disminuciones y aumentos se alcanza el 16,7% en 2023-2024, el porcentaje más cercano al de prepandemia.

Se simplifica el análisis para una mejor comprensión y búsqueda de tendencias, agrupando las calificaciones en tres niveles de rendimiento bajo, medio y alto, cuya correspondencia con las demás escalas utilizadas se especifica en la Tabla 56.

Tabla 56

Correspondencia entre escalas de rendimiento en matemáticas

Nivel	Nota agrupada	Calificación numérica
Bajo	Insuficiente	0, 1, 2, 3 y 4
Medio	Suficiente y Bien	5 y 6
Alto	Notable y Sobresaliente	7, 8, 9, 10

Los datos referidos a la nueva codificación de la variable rendimiento de Matemáticas se muestran en la Tabla 57 y se pueden visualizar en la Figura 113.

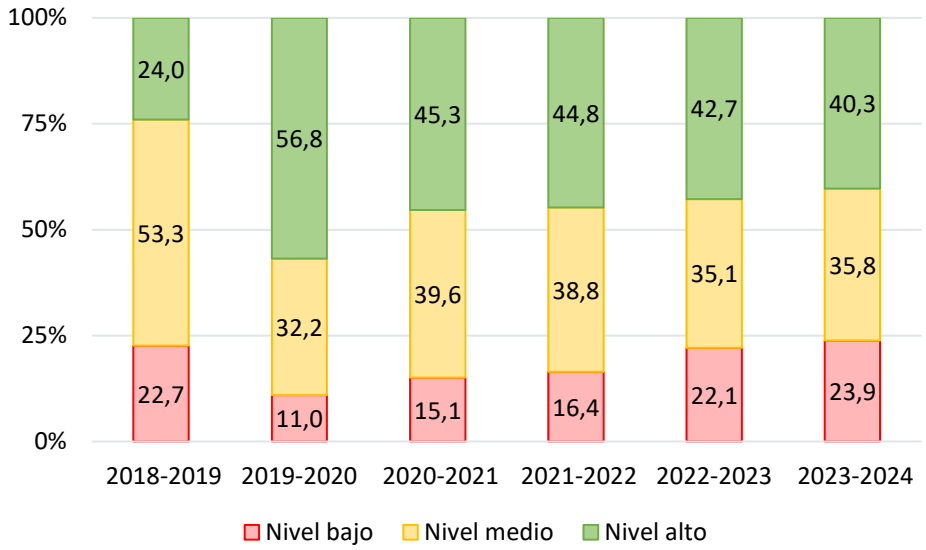
Tabla 57

Datos sobre los niveles de rendimiento en matemáticas en seis años académicos

		2018-2019	2019-2020	2020-2021	2021-2022	2022-2023	2023-2024
Nivel bajo	Frecuencia	34	16	21	22	29	32
	Porcentaje	22,7	11,0	15,1	16,4	22,1	23,9
Nivel medio	Frecuencia	80	47	55	52	46	48
	Porcentaje	53,3	32,2	39,6	38,8	35,1	35,8
Nivel alto	Frecuencia	36	83	63	60	56	54
	Porcentaje	24,0	56,8	45,3	44,8	42,7	40,3

Figura 113

Porcentajes asociados a los niveles de rendimiento en matemáticas en seis años académicos



La Figura 113 permite comparar el porcentaje con el que cada nivel contribuye al total en cada año académico y cómo cambia con el transcurso del tiempo. Se destacan los porcentajes de rendimiento en matemáticas durante el curso 2019-2020 por alcanzar el mínimo de 11 % en los niveles bajos de rendimiento durante el periodo de seis años académicos y el máximo 56, 8 % en los niveles altos. En el año 2018-2019, previo al de la aparición de la pandemia, el 53,3 % de todo el alumnado del IES Los Valles presenta niveles medios en cuanto al rendimiento en matemáticas, siendo este nivel el predominante durante ese año, sin embargo, los años académicos posteriores al 2019-2020 se caracterizan porque en todos ellos hay un aumento

progresivo del porcentaje de alumnado desde el nivel bajo al nivel alto de rendimiento en matemáticas. También se observa como a partir de 2019-2020, el nivel bajo de rendimiento va aumentando hasta alcanzar el 23,9 % en 2023-2024, al contrario de lo que ocurre con el nivel alto que va decreciendo hasta el 40,3 % de 2023-2024.

Para más detalles, por cada nivel curricular, se muestran en la Tabla 58 los porcentajes en los diferentes niveles de rendimiento en matemáticas desde el año académico 2018-2019 hasta el 2023-2024.

Tabla 58

Porcentajes de cada nivel de rendimiento en matemáticas por año y nivel curricular

		2018-2019	**2019-2020**	**2020-2021**	**2021-2022**	**2022-2023**	**2023-2024**
1º ESO	Nivel bajo	25,0	10,0	26,1	19,0	16,7	25,8
	Nivel medio	43,8	5,0	34,8	38,1	50,0	38,7
	Nivel alto	31,3	85,0	39,1	42,9	33,3	35,5
2º ESO	Nivel bajo	17,4	7,7	5,0	14,3	33,3	30,0
	Nivel medio	56,5	23,1	40,0	28,6	33,3	25,0
	Nivel alto	26,1	69,2	55,0	57,1	33,3	45,0
3º ESO	Nivel bajo	19,4	12,1	10,3	9,7	26,1	24,0
	Nivel medio	51,6	48,5	41,4	45,2	26,1	40,0
	Nivel alto	29,0	39,4	48,3	45,2	47,8	36,0
4º ESO	Nivel bajo	23,8	2,6	18,8	20,0	25,0	24,0
	Nivel medio	59,5	36,8	50,0	46,7	33,3	44,0
	Nivel alto	16,7	60,5	31,3	33,3	41,7	32,0
1º BT	Nivel bajo	29,4	20,0	17,6	26,7	15,4	19,0
	Nivel medio	64,7	35,0	41,2	26,7	46,2	23,8
	Nivel alto	5,9	45,0	41,2	46,7	38,5	57,1
2º BT	Nivel bajo	23,8	18,2	11,1	12,5	7,1	16,7
	Nivel medio	38,1	27,3	22,2	37,5	21,4	41,7
	Nivel alto	38,1	54,5	66,7	50,0	71,4	41,7

Nota. Enseñanza Secundaria Obligatoria (ESO) y Bachillerato (BT)

A partir de estos porcentajes se generan las gráficas en una hoja de cálculo Excel que pueden visualizarse en la Figura 114.

Figura 114

Gráficas de cada nivel de rendimiento en matemáticas por año para cada nivel curricular



En la Figura 114 puede apreciarse algunas similitudes y diferencias en los porcentajes referidos al nivel de rendimiento del alumnado en matemáticas entre los diferentes niveles curriculares de ESO y Bachillerato en el periodo comprendido entre el año académico 2018-

2019 y el 2023-2024. El porcentaje mínimo de alumnado con un alto nivel de rendimiento en Matemáticas en el periodo analizado se observa en 2018-2019 tanto en los cuatro niveles de ESO como en los dos de Bachillerato. En cuanto al porcentaje del bajo nivel de rendimiento, se destaca tanto en ESO como en Bachillerato que disminuye en 2019-2020 respecto del curso anterior 2018-2019, en contraposición al nivel alto cuyo porcentaje aumenta visiblemente en 2019-2020 respecto del año de prepandemia. En 2019-2020, donde más se aprecia la diferencia entre los dos niveles extremos de rendimiento es en 1º, 2º y 4º de ESO. También se puede apreciar visualmente como en prepandemia, tanto en 4º de ESO como en 1º de Bachillerato, el porcentaje del nivel de rendimiento bajo supera al del nivel alto, hecho que no se vuelve a producir en ninguno de los demás años académicos del estudio ni en ningún otro nivel curricular.

Análisis inferencial de resultados. Se realizaron pruebas de contraste de hipótesis para la comparación de las calificaciones de Matemáticas (variable Nota) en los años académicos objeto de estudio. Para elegir el tipo de prueba estadística más adecuada se comprobó la normalidad de los datos a través de la prueba de kolmogorov-Smirnov con la corrección de Lilliefors para obtener resultados más confiables en el contraste de normalidad (Tabla 59).

Tabla 59

Pruebas de normalidad de Kolmogorov-Smirnov[a]

		Estadístico	gl	Sig.
Nota	2018-2019	0,167	150	0,000
	2019-2020	0,127	146	0,000
	2020-2021	0,129	139	0,000
	2021-2022	0,123	134	0,000
	2022-2023	0,113	131	0,000
	2023-2024	0,153	134	0,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Como el p-valor encontrado (Sig.) es menor que el nivel de significación establecido del 5% (0,000<0,05) en todos los años considerados, se rechaza la hipótesis nula y por tanto la distribución de notas o calificaciones de Matemáticas no puede considerarse normal. Esto hace que se utilicen pruebas no paramétricas.

Comparación de las calificaciones de matemáticas en seis años académicos. Se realizó la prueba de contraste de hipótesis no paramétrica de Kruskal-Wallis para evaluar si existían diferencias significativas en los resultados académicos de Matemáticas entre los períodos 2018-2019 y 2023-2024. Para esta prueba la hipótesis nula supone que la distribución de las calificaciones en Matemáticas es la misma en los seis años analizados. Los resultados obtenidos de esta prueba se presentan en la Tabla 60.

Tabla 60

Resultados de la prueba de Kruskal Wallis

N total	Estadístico de contraste H de Kruskal-Wallis	Grados de libertad	Sig.asintótica (Prueba bilateral)
834	32, 700[a]	5	0,000

Nota. a. Las estadísticas de prueba se ajustan para empates.

Se rechaza la hipótesis nula al encontrarse un p-valor (Sig. asíntótica) menor que el nivel de significación establecido del 5% (0,000<0,05), por lo que la distribuciones de las calificaciones de Matemáticas en los seis años académicos no puede afirmarse que sean iguales.

Comparación de las calificaciones de matemáticas en dos años académicos. Al encontrarse diferencias estadísticamente significativas con la prueba de Kruskal-Wallis, para conocer entre qué años se produjeron estas diferencias, se realizó la prueba post hoc de Dunn de comparación múltiple por pares (Tabla 61), que ajusta los valores de significación con corrección de Bonferroni.

Tabla 61

Comparaciones por parejas de años académicos

1.ºaño y 2.ºaño	EP	Desv. Error	Desv. EP	Sig.	Sig. ajustada[a]
2018-2019 y 2023-2024	-49,579	28,357	-1,748	0,080	1,000
2018-2019 y 2022-2023	-71,901	28,528	-2,520	0,012	0,176
2018-2019 y 2021-2022	-99,889	28,357	-3,523	0,000	0,006
2018-2019 y 2020-2021	-103,655	28,086	-3,691	0,000	0,003
2018-2019 y 2019-2020	-146,228	27,735	-5,272	0,000	0,000
2023-2024 y 2022-2023	22,322	29,311	0,762	0,446	1,000
2023-2024 y 2021-2022	50,310	29,145	1,726	0,084	1,000
2023-2024 y 2020-2021	54,076	28,882	1,872	0,061	0,917
2023-2024 y 2019-2020	96,649	28,540	3,386	0,001	0,011
2022-2023 y 2021-2022	27,988	29,311	0,955	0,340	1,000
2022-2023 y 2020-2021	31,754	29,049	1,093	0,274	1,000
2022-2023 y 2019-2020	74,327	28,710	2,589	0,010	0,144
2021-2022 y 2020-2021	3,766	28,882	0,130	0,896	1,000
2021-2022 y 2019-2020	46,339	28,540	1,624	0,104	1,000
2020-2021 y 2019-2020	42,573	28,271	1,506	0,132	1,000

Nota. Cada fila prueba la hipótesis nula que las distribuciones del 1.º año y del 2.º año son iguales.

Se visualizan las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). El nivel de significación es de ,05.

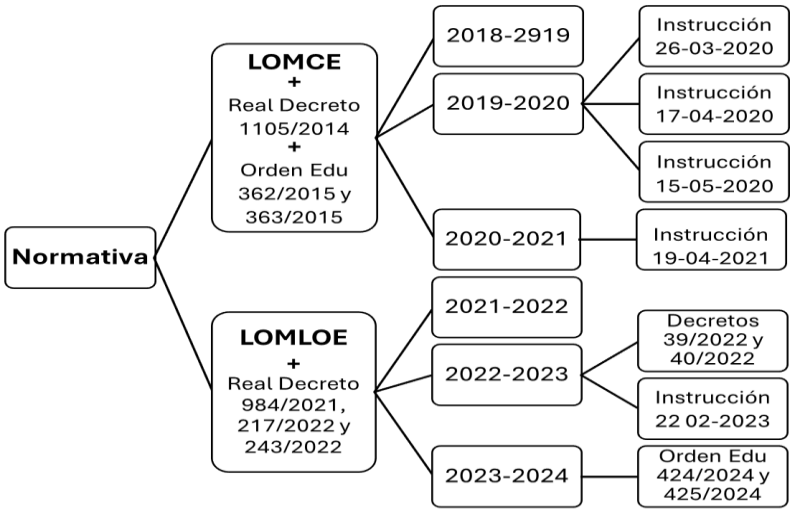
EP es el estadístico de prueba.

a. Los valores de significación se han ajustado mediante la corrección Bonferroni para varias pruebas.

Se identificaron diferencias estadísticamente significativas en las calificaciones de Matemáticas entre el año académico 2018-2019 y los periodos 2019-2020 (p-valor=0,000<0,05), 2020-2021 (p-valor=0,003<0,05) y 2021-2022 (p-valor=0,006<0,05). Asimismo, se observaron diferencias relevantes entre 2019-2020 y 2023-2024 (p-valor=0,011<0,05). Estas variaciones se pueden explicar, en parte, por los cambios en la normativa educativa (Figura 115) (Giraldo Pérez et al., 2024).

Figura 115

Normativa educativa para ESO y Bachillerato aplicada en los seis años de estudio en CyL



Nota. Los Decretos, Órdenes Edu e Instrucciones se refieren a la comunidad de Castilla y León (CyL). Gráfico de elaboración propia.

Las diferencias entre 2018-2019 y 2019-2020 están vinculadas a las instrucciones del 26 de marzo, 17 de abril y 15 de mayo emitidas en 2020, en respuesta a la pandemia ya que en ambos años rige la LOMCE y el Real Decreto 1105/2014, además de las Órdenes EDU 362 y 363 de 2015. En el año 2020-2021, aunque se mantuvo la normativa de 2018-2019, se añadió la instrucción del 19 de abril de 2021, que introdujo medidas específicas para enfrentar la crisis sanitaria en la Comunidad de Castilla y León. Para el curso 2021-2022, las diferencias normativas se acentuaron con la entrada en vigor de la LOMLOE, junto con los Reales Decretos 984/2021 sobre evaluación, y 217/2022 y 243/2022, relativos a las enseñanzas mínimas de la

ESO y Bachillerato, respectivamente. Entre los años 2019-2020 y 2023-2024, además del cambio de la LOMCE a la LOMLOE y de los desarrollos normativos introducidos en 2022-2023 en Castilla y León, con los Decretos 39 y 40/2022 sobre la ordenación y currículo respectivos de la ESO y Bachillerato, y la instrucción del 22 de febrero de 2023 sobre evaluación; en 2023-2024 se añadieron las Órdenes EDU 424 y 425/2024 que detallan el desarrollo de la evaluación, promoción y titulación en la ESO y Bachillerato respectivamente. También se destaca que en 2023-2024 finalizó la implantación del nuevo currículo de la LOMLOE en los cursos pares (2º y 4º de ESO y 2º de Bachillerato), después de que el año anterior se implantara en los cursos impares.

Comparaciones por niveles. Se realizaron pruebas estadísticas de contraste de hipótesis de Mann- Whitney en cada nivel de ESO y Bachillerato para comparar las distribuciones de las calificaciones de Matemáticas (Nota) en cada pareja de años en los que se encontraron diferencias. La hipótesis nula considerada en la prueba es que la distribución de las calificaciones de Matemáticas es la misma en los años académicos comparados. Los resultados se muestran en la Tabla 62.

Tabla 62

Pruebas de Mann-Whitney

Nota	**2018-2019 y 2019-2020**				**2018-2019 y 2020-2021**				**2018-2019 y 2021-2022**				**2019-2020 y 2023-2024**			
	N_1	N_2	EP	Sig.	N_1	N_2	EP	Sig.	N_1	N_2	EP	Sig.	N_1	N_2	EP	Sig.
1º ESO	16	20	78,5	0,008[a]	16	23	157,5	0,454[a]	16	21	147,5	0,534[a]	20	31	157	0,003
2º ESO	23	13	67,5	0,006[a]	23	20	140,5	0,025	23	21	146	0,023	13	20	88	0,128[a]
3º ESO	31	33	431,5	0,273	31	29	341,5	0,104	31	31	404	0,273	33	25	339	0,241
4º ESO	42	38	381	0,000	42	32	594,5	0,387	42	30	496	0,118	38	25	328,5	0,037
1º BT[b]	17	20	105,5	0,048[a]	17	17	68,5	0,008[a]	17	15	84	0,105[a]	20	21	175,5	0,364
2º BT[b]	21	22	196,5	0,397	21	18	125,0	0,073[a]	21	16	132,5	0,280[a]	22	12	109	0,423[a]

Nota. N_1 y N_2 son los tamaños de los grupos del mismo nivel que corresponden al primer y segundo año académico comparados.

El estadístico de prueba EP es U de Mann-Whitney y la variable de agrupación es el año académico con dos categorías comparadas.

a. No corregido para empates.

b. BT corresponde al nivel de Bachillerato

Al realizar un análisis comparativo de las calificaciones de Matemáticas entre los años académicos 2018-2019 (prepandemia) y 2019-2020 (inicio de la pandemia), utilizando la prueba estadística de Mann-Whitney en diferentes niveles educativos, se pudo rechazar la hipótesis nula en los niveles de 1º, 2º, 4º de ESO y 1º de Bachillerato. Los p-valores obtenidos (0,008; 0,006; 0,000 y 0,048, respectivamente) fueron todos inferiores al nivel de significación establecido de 0,05, indicando diferencias significativas en la distribución de las calificaciones.

Al comparar el año prepandemia con el año 2020-2021, se detectaron diferencias estadísticamente significativas en 2º de ESO (p-valor=0,025) y en 1º de Bachillerato (p-valor=0,008). También, se evidenciaron diferencias en 2º de ESO entre los cursos 2018-2019 y 2021-2022 (p-valor=0,023), así como entre los cursos 2019-2020 y 2023-2024 en 1º de ESO (p-valor=0,003) y 4º de ESO (p-valor=0,037).

Estos resultados sugieren que, en general, las diferencias en las calificaciones de Matemáticas entre el año de la aparición de la pandemia (2019-2020) y el anterior se concentran en más niveles, destacándose especialmente 2º de ESO, que presenta diferencias significativas en tres de las cuatro comparaciones realizadas. Para profundizar en estos hallazgos, se consultó al profesor de Matemáticas del IES Los Valles, quien atribuyó estas diferencias a la aplicación de instrucciones tanto de la administración educativa como del propio departamento de Matemáticas durante la pandemia. Estas instrucciones incluyeron un aumento de oportunidades para recuperar y mejorar las calificaciones (Giraldo Pérez et al., 2024).

Conclusiones. Las conclusiones más relevantes que se desprenden del estudio sobre el impacto de las instrucciones de evaluación en los resultados de matemáticas en secundaria durante la pandemia de COVID-19 (Giraldo Pérez et al., 2024) son que las instrucciones de la administración educativa durante el confinamiento por la COVID-19 supusieron un aumento de medidas orientadas a la mejora de los resultados académicos, favoreciendo en general el aumento de los procentajes de promoción y titulación y de las calificaciones en la materia de matemáticas durante el curso 2019-2020 respecto del periodo prepandemia. El curso académico 2019-2020 marcó el inicio de un nuevo periodo centrado en mantener altos estos porcentajes.

Los datos añadidos relativos al curso 2023-2024 confirman la tendencia global en el IES Los Valles a mantener los porcentajes de promoción y titulación alcanzados en 2019-2020 con la pandemia de COVID-19, superiores a los datos pre-pandemia. Con relación al porcentaje de aprobados en el área de matemáticas, después del máximo de 2019-2020, se produjo una disminución gradual en los siguientes años hasta recuperar los niveles prepandemia. Esto sugiere que continúa siendo necesario reforzar el aprendizaje de las matemáticas, introduciendo mejoras en el chatbot para ampliar su funcionalidad y dotando al profesorado de formación específica para afrontar los desafíos de una mayor integración tecnológica en el centro educativo.

VI.2. Fase de planificación

VI.2.1. Decisiones tras el segundo ciclo y el diagnóstico actualizado

En la Figura 116 se resumen las principales acciones y su continuidad mejorada en cada ciclo de investigación-acción.

Figura 116

Principales acciones desarrolladas en cada ciclo de investigación-acción



Nota. Gráfico de elaboración propia.

Las modificaciones que se introducen en el ciclo III para mejorar las acciones del ciclo anterior en cada uno de los tres puntos de interés en los que se centra la investigación son las siguientes:

1. Integración tecnológica para apoyar el aprendizaje de las matemáticas. Se utiliza una nueva plataforma de configuración del chatbot llamada Botpress, manteniendo la integración del chatbot en un curso en línea de matemáticas para 2º de Bachillerato dentro del entorno virtual de enseñanza y aprendizaje Moodle del IES Los Valles.
2. Autoevaluación sobre capacidad tecnológica en el centro educativo. Se continúa usando el cuestionario SELFIE para recoger las opiniones del profesorado, alumnado y equipo directivo y se hace un análisis comparativo con los resultados obtenidos en los ciclos anteriores identificando las áreas recurrentes para mejorar y los logros informados por los participantes.
3. Desarrollo profesional docente centrado en el uso de tecnología educativa. La imposibilidad de finalizar en el periodo de investigación un tercer plan de centro de formación del profesorado, centra el interés en valorar los logros del profesorado en relación con la certificación de su competencia digital.

Para desarrollar estas acciones se plantean las siguientes estrategias de investigación:

Integración tecnológica para apoyar el aprendizaje de las matemáticas.

A1- Explorar una nueva plataforma de configuración del chatbot para unificar las funciones de los chatbot anteriores y añadir una fuente de conocimiento web para resolver cualquier cuestión sobre matemáticas que el alumnado quiera plantear.

A2- Configurar el chatbot combinando los menús de opciones cerradas con la posibilidad de hacer preguntas abiertas en la interacción con el chatbot.

A3- Integrar el chatbot en un entorno virtual seguro que garantice la protección de datos sobre el alumnado utilizando un curso en línea para la materia de Matemáticas aplicadas a las Ciencias Sociales de 2º de Bachillerato dentro de la plataforma Moodle del centro educativo.

A4- Observar la interacción del alumnado con el chatbot en el aula para captar impresiones y usabilidad.

A5- Valorar la eficacia del uso del chatbot para repasar contenidos matemáticos sobre programación lineal a través de una prueba de evaluación del aprendizaje del alumnado.

A6- Comparar las diferentes plataformas de configuración de chatbot utilizadas en la investigación para tomar decisiones informadas sobre implementaciones futuras.

A7- Probar la interacción de la profesora con un chatbot transformador, generativo y pre entrenado como ChatGPT para resolver un problema de programación lineal y hacer un análisis crítico de los resultados obtenidos.

Autoevaluación sobre capacidad tecnológica en el centro educativo.

B1- Actualizar el equipamiento informático y la conexión a internet.

B2-Continuar utilizando la herramienta SELFIE para valorar la capacidad digital del centro educativo a través de las opiniones del profesorado, alumnado y equipo directivo, manteniendo las preguntas de las áreas principales y secundarias implementadas en el segundo ciclo.

B3-Comparar los resultados obtenidos en el cuestionario SELFIE de 2023-2024 con las aplicaciones anteriores para identificar las áreas que mejoran, las que empeoran y las que mantienen los niveles iniciales de desarrollo.

Desarrollo profesional docente centrado en el uso de tecnología educativa.

C1- Fomentar la actualización tecnológica de los docentes y su reconocimiento a través de la certificación de la competencia digital.

C2- Comparar en dos momentos del mismo curso académico 2022-2023 el nivel de competencia digital alcanzado por el profesorado del IES Los Valles.

VI.2.2. Plan de acción

Se diseña el plan de acción actualizado para el tercer ciclo de la investigación-acción (Tabla 63).

Tabla 63

Plan de acción del ciclo III de investigación-acción

Líneas prioritarias	Áreas de mejora	Acciones	Estrategias	Recursos	Periodo
Enseñanza de matemáticas (Ámbito docente)	Actualización digital docente	Autoaprendizaje para la configuración del chatbot en la plataforma Botpress	A1	Plataforma Botpress	2023-2024
		Fomentar la acreditación de las competencias digitales docentes y analizar evolución	C1, C2	Resoluciones de 4 de mayo y 1 de julio de 2022 [a]	2022-2023
Aprendizaje de matemáticas (Ámbito del alumnado)	Apoyo para el aprendizaje autónomo	Desarrollar e implementar la tercera versión del chatbot para matemáticas	A2, A3	Plataforma Botpress	2023-2024
		Observar y analizar la interacción del alumnado con el chatbot	A4	Guía de observación	4-12-2023
		Evaluar el desempeño del alumnado tras la aplicación del chatbot	A5	Prueba de evaluación	5-12-2023

Líneas prioritarias	Áreas de mejora	Acciones	Estrategias	Recursos	Periodo
		Comparar las diferentes plataformas de configuración de chatbot y analizar la interacción docente con ChatGPT	A6, A7	Plataformas Dialogflow, Snatchbot y Botpress y ChatGPT	2023-2024
Digitalización (Ámbito de centro)	Infraestructura	Mejora de la conectividad y el equipamiento informático	B1	Programas Escuelas Conectadas y NextGenerationEU	De 2016-2017 a 2024-2025
	Capacitación digital	Autoevaluación SELFIE sobre la integración TIC en los procesos educativos	B2	Cuestionario en línea SELFIE de la Unión Europea	2023-2024
		Comparar resultados de SELFIE con aplicaciones anteriores	B3	Informes SELFIE	2023-2024

Nota. [a] (Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2022a) (Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2022b)

VI.2.3. Planificación general del tercer ciclo

En las Tablas 64, 65, 66 y 67 se concretan las diferentes fases del tercer ciclo de investigación-acción.

Tabla 64

Diseño de la fase de planificación

Objetivos de fase	Acciones	Recursos	Responsables	Evidencias o productos	Año
Identificar áreas de mejora Diseñar un plan de acción para continuar mejorando los procesos educativos	Concretar los aspectos más relevantes para modificar y mejorar en los ámbitos del centro educativo, del profesorado y del alumnado Planificar las acciones en cada fase del 3º	Reflexiones del ciclo II	Investigadora	Plan de acción	2023-2024

Objetivos de fase	Acciones	Recursos	Responsables	Evidencias o productos	Año
	ciclo de investigación-acción				

Tabla 65

Diseño de la fase de acción

Objetivos de fase	Acciones	Recursos	Responsables	Evidencias o productos	Año
Implementar las modificaciones de las acciones del ciclo II	Ejecución de estrategias para autoevaluar la capacidad tecnológica del centro	Cuestionario en línea SELFIE	Investigadora y tutores de ESO	Datos de participación	2023-2024
	Ejecución de estrategias para mejorar los procesos educativos en matemáticas	Chatbot de plataforma Botpress integrado en Moodle	Investigadora	Imágenes de configuración del chatbot	2023-2024
	Ejecución de estrategias para mejorar la capacitación tecnológica docente	Asesores del Centro de Formación e Innovación Educativa asociado al centro educativo	Investigadora y coordinador de formación, calidad e innovación en el centro	Porcentajes de niveles de certificación de la competencial digital docente en el centro	2023

Tabla 66

Diseño de la fase de observación

Objetivos de fase	Acciones	Recursos	Responsables	Evidencias o productos	Año
Recoger y analizar datos de las acciones implementadas	Análisis estadístico descriptivo de las respuestas al cuestionario SELFIE Comparación de resultados del cuestionario SELFIE en 2023-2024 con las aplicaciones anteriores.	Resultados del cuestionario SELFIE en la web de la UE	Investigadora	Informe SELFIE	2023-2024

Objetivos de fase	Acciones	Recursos	Responsables	Evidencias o productos	Año
	Observación y análisis de la interacción con el chatbot en el aula virtual	Guía de observación en el aula	Investigadora	Imágenes de interacción con el chatbot Informe de observación en el aula	2023-2024
	Análisis de los resultados de una prueba de evaluación del aprendizaje del alumnado en Matemáticas aplicadas a las Ciencias Sociales	Prueba de evaluación sobre programación lineal	Investigadora	Resultados de la prueba de evaluación	2023-2024
	Análisis estadístico descriptivo del nivel de competencia digital docente	Datos de certificación de la competencia digital docente	Investigadora	Informe sobre niveles de certificación digital docente en el centro	2023-2024

Tabla 67

Diseño de la fase de reflexión o evaluación

Objetivos de fase	Acciones	Recursos	Responsables	Evidencias o productos	Año
Evaluar las acciones implementadas	Reflexión sobre los resultados obtenidos en las diferentes acciones emprendidas en el ciclo 3	Resultados obtenidos en la fase de observación	Investigadora	Reflexión sobre las mejoras en los procesos educativos	2024-2025

VI.2.4. Formación del profesorado

En el ámbito educativo, la pandemia de COVID-19 hizo que en todo el mundo los países reaccionaran ante los retos y las oportunidades de la educación digital. La Unión Europea estableció el plan de acción de educación digital (2021-2027) con dos prioridades estratégicas, el fomento de un ecosistema educativo digital de alto rendimiento y la mejora de las competencias digitales para la transformación digital (European Commission, 2020). Además,

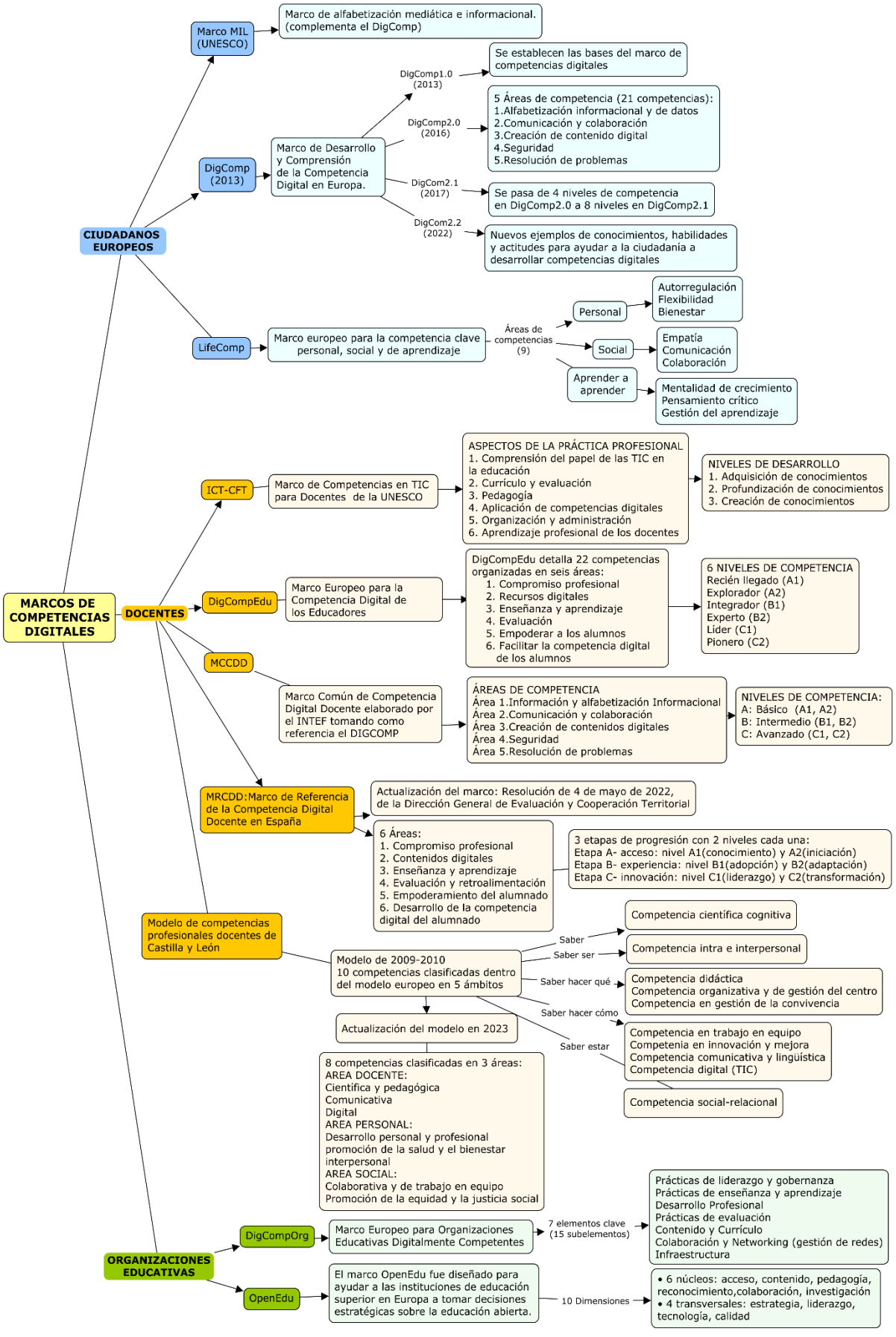
el instrumento de recuperación económica NextGenerationEU también financia reformas e inversiones a través de planes nacionales de recuperación para acelerar la transformación digital. En España, primero el programa de Escuelas conectadas proporcionó a los centros no universitarios mejoras en internet con acceso a banda ancha de alta velocidad y posteriormente el programa Educa en Digital incluido en el plan de Digitalización y Competencias Digitales del Sistema Educativo incluyó mejoras en la educación digital mediante la dotación de equipos con conectividad, aplicaciones y herramientas y la creación de una plataforma educativa para la personalización y seguimiento de itinerarios de aprendizaje. Además, el Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del profesorado (INTEF) se centró en desarrollar la competencia digital de toda la comunidad educativa, ofertando actividades formativas y recursos en abierto y preocupándose también de la integración pedagógica de las tecnologías (Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital, 2021).

Es relación con la formación del profesorado en este último ciclo de la investigación-acción se pone el foco en la competencia digital docente. La Figura 117 muestra los marcos de referencia en el contexto europeo, español y de la comunidad autónoma de Castilla y León en la que se encuentra ubicado el IES Los Valles donde se desarrolla la investigación. La competencia digital docente referida a los conocimientos, habilidades y destrezas de los docentes en el uso seguro de herramientas y contenidos tecnológicos, mantiene dentro del Marco de Referencia de la Competencia Digital Docente (MRCDD) en España la misma estructura del marco europeo DigCompEdu, organizándose en seis áreas centradas en el compromiso profesional, los contenidos digitales, la enseñanza y aprendizaje, la evaluación y retroalimentación, el empoderamiento del alumnado y el desarrollo de la competencia digital de este (Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2022a). Para medir cada área se consideran tres etapas de progresión A (inicial), B (intermedia) y C (avanzada) con dos niveles cada una. A su vez estas áreas se organizan en tres bloques sobre competencias docentes

profesionales, pedagógicas y para el desarrollo de la competencia digital de los estudiantes (Redecker , 2017).

Figura 117

Marcos de competencia digital europeos, españoles y de CyL



Nota. Gráfico de elaboración propia.

El modelo teórico alineado con el marco de referencia de la competencia digital docente es el modelo TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge) desarrollado por Mishra y Koehler (2006) que permite describir las competencias que los docentes deben desarrollar para integrar eficazmente la tecnología en la enseñanza, basándose en tres tipos de conocimiento: el conocimiento del contenido (CK), el conocimiento pedagógico (PK) y el conocimiento tecnológico (TK) referidos respectivamente al dominio de la materia que se enseña, de los métodos y estrategias de enseñanza y al uso de herramientas digitales en el aula. La combinación de estos conocimientos genera nuevas áreas de competencia como el conocimiento pedagógico del contenido (PCK) sobre como enseñar un tema de manera efectiva, el conocimiento tecnológico del contenido (TCK) sobre el uso de la tecnología para mejorar la enseñanza de un contenido específico o el conocimiento tecnológico pedagógico (TPK) sobre como la tecnología influye en los métodos de enseñanza. Finalmente, el conocimiento tecnológico pedagógico del contenido (TPACK) integra a todos ellos para lograr una enseñanza efectiva.

VI.2.5. Diseño del cuestionario SELFIE

Después de la primera aplicación del cuestionario SELFIE en el curso escolar 2019-2020 y la segunda en 2021-2022, en el curso 2023-2024 se aplicó por tercera vez en el IES Los Valles esta herramienta de autoevaluación que ayuda al centro a reflexionar sobre la utilización de las tecnologías digitales para mejorar el aprendizaje recogiendo de forma anónima las opiniones a este respecto del equipo directivo, profesorado y alumnado.

Áreas y preguntas del cuestionario SELFIE

En el cuestionario SELFIE de 2023-2024 se mantuvieron las 8 áreas principales y las 10 secundarias de la segunda aplicación de 2021-2022 y las mismas preguntas que figuran en el Anexo F.

VI.2.6. Chatbot configurado en la plataforma Botpress

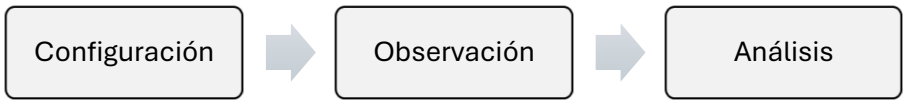
Esta parte de la investigación se centró en analizar el impacto del uso del chatbot como herramienta educativa en un grupo de segundo de bachillerato, compuesto por cuatro alumnas y tres alumnos que cursaban la asignatura de Matemáticas aplicadas a las Ciencias Sociales en el Instituto de Enseñanza Secundaria (IES) Los Valles durante el año académico 2023-2024.

Para un análisis más holístico se integraron enfoques metodológicos cualitativos y cuantitativos abarcando tanto las interacciones cualitativas del alumnado con el chatbot en el aula como la cuantificación de su rendimiento en la evaluación.

La investigación sobre el chatbot se estructuró en tres etapas fundamentales: configuración, observación y análisis (Figura 118).

Figura 118

Fases de aplicación del chatbot creado en BotPress



Durante la primera, se desarrolló un chatbot utilizando la plataforma Botpress, el cual fue integrado en un aula virtual Moodle, perteneciente a la materia y al centro educativo que constituyen el objeto de estudio. En la segunda etapa, se realizó una observación participante en un entorno de aula presencial, donde se empleó el chatbot para repasar problemas de Programación lineal y proporcionar acceso a recursos complementarios como vídeos explicativos, actividades resueltas y material teórico. Finalmente, en la tercera fase, se administró una prueba escrita de evaluación con el fin de determinar el nivel de comprensión y asimilación de los conceptos y procedimientos relacionados con los métodos matemáticos de Programación lineal por parte del alumnado. Posteriormente se analizaron las respuestas escritas de los estudiantes en dicha prueba de evaluación y se aplicaron técnicas de estadística descriptiva para visualizar los resultados de dicha prueba, incluyendo la tabulación de las

calificaciones obtenidas por el alumnado y la representación gráfica del porcentaje de aprobados en la unidad de Programación lineal en comparación con el obtenido en las unidades temáticas abordadas con anterioridad en ese mismo año académico 2023-2024.

VI.2.7. Planificación de la observación en el aula

Durante la sesión de repaso previa a la evaluación escrita sobre Programación Lineal, se propuso a los siete estudiantes de segundo de bachillerato del IES Los Valles, en la asignatura de Matemáticas Aplicadas a las Ciencias Sociales, la utilización de un chatbot como herramienta de apoyo para resolver un problema de Programación lineal. Este chatbot ofrecía opciones predeterminadas relacionadas con los procedimientos necesarios para hallar la solución al problema, así como acceso a recursos adicionales.

Los estudiantes utilizaron sus propios dispositivos móviles para acceder al chatbot, el cual se encontraba alojado en un aula virtual diseñada específicamente para la materia y el grupo. El problema propuesto a través del chatbot para la sesión de observación fue el siguiente:

> Una persona dispone de 15,000 € para invertir en dos tipos de acciones, A y B. El tipo A ofrece un interés anual del 9%, mientras que el tipo B proporciona un 5%. La persona decide invertir, como máximo, 9,000 € en A y, como mínimo, 3,000 € en B. Además, desea invertir en A una cantidad igual o superior a la invertida en B. ¿Cómo debe distribuir los 15,000 € para maximizar el beneficio, y cuál sería ese beneficio anual máximo? (Calculo.cc, 2012, p.11)

Para estructurar la observación de la interacción de los estudiantes con el chatbot, la profesora-investigadora del grupo diseñó una guía en la que se detallaron los aspectos clave a observar durante la sesión y los indicadores que considerar (Tabla 68). La información obtenida de la observación fue registrada mediante anotaciones detalladas, con el propósito de documentar y analizar la experiencia educativa vivida.

Tabla 68

Aspectos clave para la observación en el aula

Dimensión	Subdimensiones	Aspecto que observar	Indicadores
1. Satisfacción con el chatbot	Experiencia general	¿Los estudiantes parecen satisfechos con la experiencia de usar el chatbot?	Expresiones faciales, comentarios positivos o negativos, nivel de participación.
	Expectativas	¿El chatbot cumple con las expectativas de los estudiantes?	Comentarios que indiquen conformidad o disconformidad con el rendimiento del chatbot.
	Recomendación	¿Recomendarían el chatbot a otros estudiantes?	Comentarios sobre beneficios para cualquier estudiante.
	Utilidad para el aprendizaje	¿El chatbot es considerado útil para el aprendizaje?	Referencias a cómo el chatbot ayuda o puede ayudar en su estudio.
2. Usabilidad del chatbot	Facilidad de uso	¿El chatbot les resulta fácil de usar?	Fluidez en la navegación, falta de preguntas sobre cómo utilizar la herramienta.
	Frecuencia de interacción	¿La interacción con el chatbot es frecuente?	Uso frecuente del chatbot
	Rapidez de respuesta	¿El chatbot responde rápidamente a las preguntas?	Reacciones de satisfacción o frustración en función de la velocidad de respuesta.
	Problemas técnicos	¿Hay dificultades técnicas al usar el chatbot?	Reportes de problemas, necesidad de ayuda técnica.
3. Impacto educativo del chatbot	Comprensión de conceptos	¿El chatbot ayuda a entender mejor los conceptos de Programación Lineal?	Afirmaciones de comprensión, reducción de dudas después de usar el chatbot.
	Sistematización de procedimientos	¿El chatbot ayuda a los estudiantes a seguir un procedimiento sistemático en la resolución de problemas?	Uso del chatbot para confirmar cada paso del proceso, revisión de los procedimientos sugeridos, seguimiento secuencial de las instrucciones del chatbot
	Revisión de temas	¿El chatbot es eficaz como repaso previo a la prueba escrita?	Uso del chatbot para revisar puntos específicos, discusiones sobre aspectos repasados.

Dimensión	Subdimensiones	Aspecto que observar	Indicadores
	Motivación para estudiar	¿El uso del chatbot incrementa la motivación para estudiar?	Participación, entusiasmo por el uso del chatbot, escucha atenta, concentración.
	Transferencia	¿El chatbot podría ser aplicado en otras unidades de trabajo?	Comentarios sobre la aplicación del chatbot en otros temas o materias.

En la guía de observación se consideraron tres dimensiones que agrupaban los aspectos clave para observar el uso del chatbot en el aula: Satisfacción, Usabilidad e Impacto educativo (Anexo I).

La dimensión de satisfacción se refiere a cómo el alumnado percibe su experiencia general con el chatbot, incluyendo si cumple con sus expectativas, es recomendable y si lo considera útil, la dimensión de Usabilidad alude a si el chatbot resulta fácil de usar para el alumnado y si las interacciones son frecuentes, incluyendo aspectos técnicos y de velocidad de respuesta y la dimensión de Impacto educativo se refiere a cómo el uso del chatbot afecta el aprendizaje de los estudiantes, incluyendo la comprensión de conceptos y sistematización de procedimientos, la eficacia para repasar y consolidar conocimientos, la motivación para estudiar y la posibilidad de aplicar el chatbot en otras unidades temáticas.

VI.2.8. Diseño de la prueba de evaluación

Se diseñó una prueba de evaluación con el fin de medir el aprendizaje del alumnado en relación con la unidad temática de Programación lineal y determinar el impacto del chatbot como herramienta educativa complementaria.

La prueba escrita contenía las siguientes actividades:

- **Actividad 1:** Se considera la función $f(x,y)=-0.4x+3.2y$, sujeta a las restricciones siguientes: $x+y\leq 7$, $x+4y\geq 4$, $x+5\geq y$, $0\leq x\leq 5$, $y\geq 0$. Representar la región S del plano determinada por el conjunto de restricciones. Calcúlense los puntos de la región S donde la función f alcanza sus valores máximo y mínimo y calcúlense dichos valores máximo y mínimo.

- **Actividad 2:** Un club de fútbol dispone de un máximo de 2 millones de euros para fichajes de futbolistas españoles y extranjeros. Se estima que el importe total de las camisetas vendidas por el club con el nombre de futbolistas españoles es igual al 10% de la cantidad total invertida por el club en fichajes españoles, mientras que el importe total de las camisetas vendidas con el nombre de futbolistas extranjeros es igual al 15% de la cantidad total invertida por el club en fichajes de extranjeros. Los estatutos del club limitan a un máximo de 800.000 euros la inversión total en fichajes extranjeros y exigen que la cantidad total invertida en fichajes de futbolistas españoles sea como mínimo de 500.000 euros. Además, la cantidad total invertida en fichajes de españoles ha de ser mayor o igual que la invertida en fichajes extranjeros. ¿Qué cantidad debe invertir el club en cada tipo de fichajes para que el importe de camisetas vendidas sea máximo? Calcúlese dicho importe. Justifíquese.

La actividad 2 se extrajo de la prueba de acceso a las enseñanzas universitarias oficiales de grado de la Universidad pública de Madrid en la materia de Matemáticas aplicadas a las Ciencias Sociales II del curso 2009-2010.

El análisis de contenido de la prueba se enfoca en examinar las características de la prueba por lo que se aborda desde varias perspectivas, incluyendo la estructura de las actividades, el tipo de habilidades que se evalúan y los niveles de dificultad. El análisis se utiliza para validar la herramienta de evaluación o prueba escrita proporcionando una base sólida para justificar por qué y cómo la prueba evalúa adecuadamente las competencias en Programación lineal, asegurando que los resultados obtenidos reflejen el aprendizaje y las capacidades del alumnado.

Estructura y diseño de las actividades. Por una parte, la primera actividad se centró en la representación gráfica de una región en el plano delimitada por un conjunto de inecuaciones, así como en el cálculo de los valores máximos y mínimos de una función en

dicha región. Requiere habilidades en geometría analítica, cálculo de extremos de funciones y comprensión de sistemas de desigualdades lineales. Es una actividad de tipo práctico que combina el análisis gráfico con el cálculo matemático, lo que permite evaluar tanto la comprensión conceptual como la capacidad de aplicar técnicas matemáticas en situaciones concretas. Presenta una dificultad moderada, ya que exige la integración de diferentes conocimientos matemáticos, como la representación gráfica de inecuaciones y el cálculo de máximos y mínimos, lo que requiere un entendimiento profundo de los conceptos subyacentes. En cuanto a conocimientos previos, es necesario que el alumnado domine la resolución de sistemas de inecuaciones, la representación gráfica de regiones en el plano, y el cálculo de valores extremos de funciones, habilidades fundamentales en Programación Lineal.

Por otra parte, la segunda actividad planteaba un problema de Programación Lineal contextualizado en el ámbito empresarial, lo que añade un componente aplicativo y realista. Su resolución implica la formulación de las variables, la función objetivo y las restricciones y el empleo de métodos analíticos y gráficos. Es una actividad de tipo aplicativo que no solo evalúa la capacidad de resolución de problemas matemáticos, sino también la habilidad para interpretar y modelar situaciones reales utilizando conceptos matemáticos. En cuanto a complejidad, la actividad tiene mayor dificultad que la anterior, ya que requiere no solo conocimientos teóricos, sino también la capacidad de aplicar estos conocimientos a un contexto específico y real. La formulación de la función objetivo y las restricciones implica un nivel avanzado de comprensión y sobre conocimientos previos, es fundamental que el alumnado comprenda cómo modelar problemas reales con Programación Lineal, además de poseer habilidades en el manejo de restricciones y en la interpretación de los resultados dentro del contexto planteado.

Habilidades evaluadas. En relación con las habilidades evaluadas, sobre comprensión conceptual, ambas actividades requieren una sólida comprensión de los conceptos

fundamentales de la Programación Lineal, como variables, restricciones, función objetivo, región factible o extremos de una función en una región plana. Sobre resolución de Problemas, se evalúa la capacidad del alumnado para aplicar técnicas matemáticas en la solución de problemas, tanto abstractos en la Actividad 1 como contextualizados en la Actividad 2. Además, sobre razonamiento analítico y crítico, especialmente en la Actividad 2, se requiere que los estudiantes no solo resuelvan el problema, sino que también justifiquen sus procesos, lo que implica un razonamiento crítico y una comprensión profunda del problema.

Secuencia lógica y progresión de dificultad. La prueba está diseñada con una progresión lógica, comenzando con una actividad que requiere habilidades más prácticas y gráficas (Actividad 1), seguida de una actividad más compleja y contextualizada que exige una mayor aplicación de los conocimientos y habilidades adquiridos (Actividad 2). Esta secuencia permite una evaluación gradual del dominio del contenido, desde la comprensión básica hasta la aplicación avanzada.

Otros aspectos considerados en el diseño de la prueba son el número de actividades, el balance entre conceptos y aplicaciones, los criterios de evaluación e indicadores de logro y los criterios de calificación.

Número de actividades. Las dos actividades de la prueba suponen un número adecuado para evaluar las competencias en Programación lineal dentro del tiempo limitado de una sesión de 50 minutos.

Balance entre conceptos y aplicaciones. La prueba está equilibrada en términos de evaluación de conceptos fundamentales (Actividad 1) y aplicaciones prácticas (Actividad 2), lo que asegura una evaluación integral del aprendizaje.

Criterios de evaluación. Los criterios de evaluación de referencia para la evaluación de la prueba se seleccionan de entre los marcados por la normativa vigente, que rige en la comunidad autónoma de Castilla y León donde se ubica el centro educativo en el que se centra

la investigación. En concreto, se consideran criterios de evaluación que figuran en el Decreto 40/2022, de 29 de septiembre, por el que se establece la ordenación y el currículo del bachillerato en la Comunidad de Castilla y León (Consejería de Educación de la Junta de Castilla y León, 2022).

Los criterios seleccionados para la actividad 1 sobre representación gráfica y cálculo de extremos de una función son los siguientes:

"Demostrar la validez matemática de las posibles soluciones de un problema, utilizando el razonamiento y la argumentación" (2.1, p. 50094). Este criterio es clave ya que los estudiantes deben demostrar que han calculado correctamente los puntos extremos de la función y justificar matemáticamente su validez.

"Representar y visualizar ideas matemáticas, estructurando diferentes procesos matemáticos y seleccionando las tecnologías más adecuadas". (7.1, p. 50095). La representación gráfica de la región determinada por las restricciones es esencial en esta actividad, lo que hace que este criterio sea relevante.

"Reconocer y emplear el lenguaje y la notación matemática en diferentes contextos, comunicando la información con precisión y rigor". (8.2, p. 50095). En esta actividad, los estudiantes deben usar notación matemática correcta y precisa para calcular puntos extremos y expresar resultados.

Los criterios seleccionados para la actividad 2 sobre un problema de Programación lineal aplicado al ámbito empresarial son los siguientes:

"Emplear diferentes estrategias y herramientas, incluidas las digitales que resuelvan problemas de la vida cotidiana y de las ciencias sociales, seleccionando la más adecuada según su eficiencia". (1.1, p. 50094). En esta actividad, los estudiantes pueden emplear métodos y estrategias analíticas o gráficas o combinar ambas para resolver el problema contextualizado.

"Seleccionar y justificar la solución más adecuada de un problema en función del contexto (de sostenibilidad, de consumo responsable, equidad...) usando el razonamiento y la argumentación". (2.2, p. 50094). Los estudiantes deben justificar la solución óptima en función del contexto empresarial dado, asegurando que la inversión maximiza el ingreso por ventas de camisetas.

"Interpretar, modelizar y resolver situaciones problematizadas de la vida cotidiana y las ciencias sociales, utilizando el pensamiento computacional, analizando, modificando, creando y generalizando algoritmos". (4.1, p. 50095). Este criterio es relevante porque la actividad implica modelizar una situación real y resolverla mediante técnicas de Programación Lineal.

"Resolver problemas en situaciones diversas utilizando procesos matemáticos, reflexionando, estableciendo y aplicando conexiones entre el mundo real, otras áreas de conocimiento y las matemáticas". (6.1, p. 50095). Dado que la actividad se basa en un problema contextualizado, este criterio evalúa la capacidad de los estudiantes para aplicar procesos matemáticos en situaciones reales.

Los indicadores de logro en la prueba se centran en la exactitud de la representación gráfica, la corrección en el cálculo de valores extremos, la coherencia en la formulación de variables, función objetivo y restricciones, y la capacidad de justificar matemáticamente las decisiones tomadas durante la resolución del problema.

VI.3. Fase de acción

VI.3.1. Participantes

La Tabla 69 muestra aspectos sobre los participantes en las diferentes acciones desarrolladas en el tercer ciclo de la investigación.

Tabla 69

Características de los participantes en las acciones referidas al período entre 2022-2023 y 2024-2025

Ámbitos	Acciones	Participantes	Número-Porcentaje	Características
Centro	Evaluación con SELFIE	Equipo directivo	3-100%	Cargos: directora, jefe de estudios y secretaria
		Profesorado	16-76%	Con una antigüedad mínima de un año en el centro educativo
		Alumnado	97-87%	De 1º a 4º de ESO
Profesorado	Certificación digital	Profesorado	100 %	Pertenecen al IES Los Valles
Alumnado	Chatbot integrado en el aula virtual	Alumnado	7-100%	Cursan Matemáticas aplicadas a las Ciencias Sociales II de 2º de Bachillerato
	Observación en el aula	Alumnado	7-100%	Cursan Matemáticas aplicadas a las Ciencias Sociales II de 2º de Bachillerato
	Prueba de evaluación	Alumnado	7-100%	Cursan Matemáticas aplicadas a las Ciencias Sociales II de 2º de Bachillerato

VI.3.2. Calendario de actuación

Los periodos correspondientes a las diferentes acciones desarrolladas durante el tercer ciclo de investigación-acción se muestran en la Tabla 70

Tabla 70

Periodos de recogida de datos en el Ciclo III de la Investigación

Instrumento de recogida de datos	Periodo
Cuestionario SELFIE	Del 16-10-2023 al 31-10-2023
Chatbot configurado en Botpress e integrado en Moodle	Del 15-07-2023 al 15-11-2023
Guía de observación	4-12 -2023
Prueba de evaluación	5-12-2023
Registro de la competencia digital docente	22-02-2023 y 15-05-2023

VI.3.3. Competencia digital docente

La certificación del nivel de competencia digital de los docentes del IES Los Valles se basó en la normativa estatal que establece el marco de referencia de la competencia digital

docente (Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2022a) y la certificación, acreditación y reconocimiento de dicha competencia (Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2022b) y la normativa autonómica de Castilla y león Orden EDU/247/2023, de 23 de febrero modificada posteriormente por la Orden EDU/465/2024, de 14 de mayo. El Centro de Formación e Innovación Educativa de Benavente vinculado por cercanía al IES Los Valles registró los niveles de competencia digital alcanzados por los docentes de este centro en dos momentos del curso escolar 2022-2023, con fechas 22-02-2023 y 15-05-2023, lo que facilitó el análisis longitudinal posterior permitiendo observar los cambios producidos en ese periodo.

También se obtienen datos generales de los niveles de acreditación de la competencia digital docente en el IES Los Valles durante 3 años, desde el curso 2022-2023 al 2024-2025.

VI.3.4. Implementación del cuestionario SELFIE

El cuestionario SELFIE se aplicó durante el periodo de 16 días entre el 16 y el 31 de octubre de 2023. En esta tercera implementación de la herramienta de evaluación en línea se adelantó la recogida de datos respecto de los dos años anteriores para poder desarrollar el resto de las acciones planificadas para ese curso escolar y por considerar que, durante aproximadamente un mes desde el inicio de curso, los participantes pudieron observar suficientemente y opinar en consecuencia sobre el uso de la tecnología en el centro educativo.

La implementación del cuestionario SELFIE se produjo de forma similar a las dos aplicaciones anteriores en los cursos 2019-2020 y 2021-2022 en cuanto a la configuración dentro de la web del Espacio Europeo de Educación, la información a los participantes y la cumplimentación por parte del alumnado en el aula de informática y audiovisuales bajo la supervisión de los tutores de cada grupo entre 1º y 4º de ESO.

VI.3.5. Implementación del chatbot

Se desarrolló un chatbot especializado en la asignatura de Matemáticas Aplicadas a las Ciencias Sociales utilizando la plataforma Botpress, conocida por su capacidad para crear

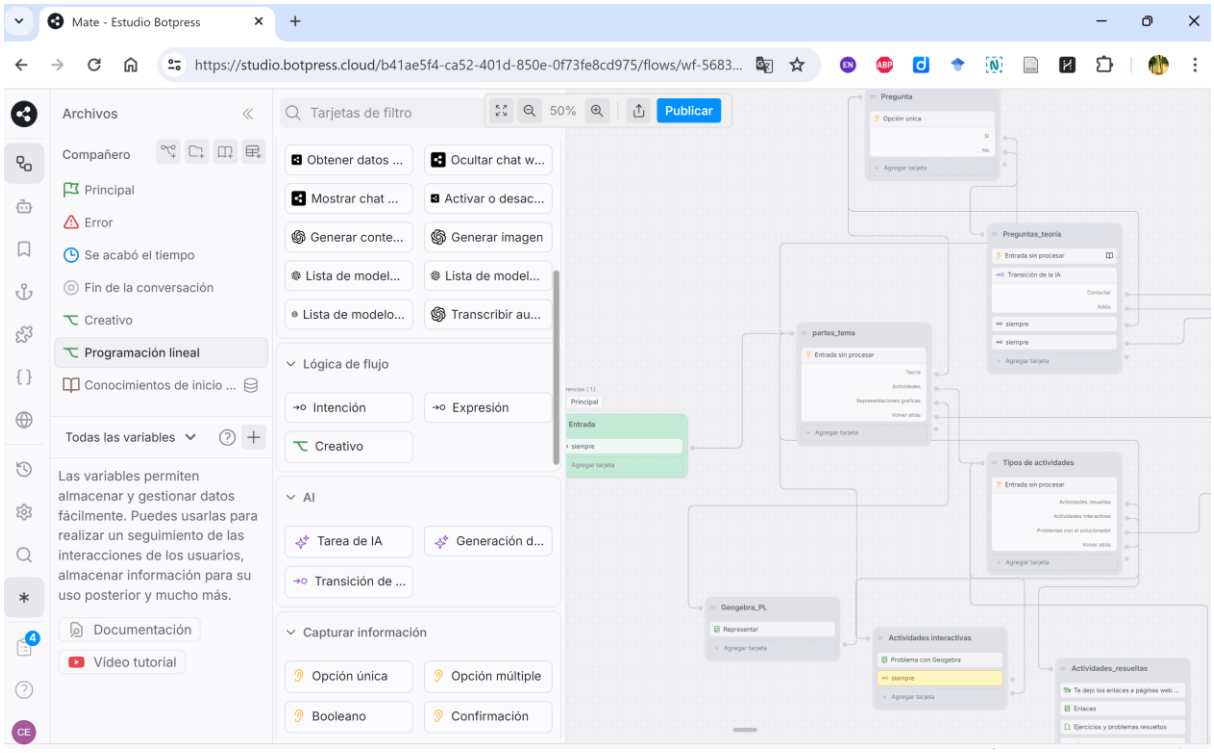
chatbots personalizados mediante la implementación de reglas, flujos de trabajo y lógica programada. Esta plataforma permite integrar tecnologías avanzadas de inteligencia artificial, como el Procesamiento de Lenguaje Natural (PLN), para mejorar la calidad de la interacción entre el chatbot y los usuarios.

Configuración del chatbot en la plataforma Botpress. El chatbot se estructuró en torno a una serie de nodos, que funcionan como bloques representativos de las distintas fases de una conversación, conformando un flujo de trabajo central. Este flujo proporcionaba a los estudiantes acceso a las unidades temáticas de la asignatura, así como a información académica y profesional relevante, incluyendo detalles sobre la Evaluación de Bachillerato para el Acceso a la Universidad (EBAU), oferta de ciclos formativos y grados universitarios. Además, se incluían enlaces a recursos y herramientas en línea relacionados con la asignatura y a canales de YouTube que ofrecen contenido matemático.

Cada unidad temática contaba con su propio flujo de trabajo, configurado de manera similar al flujo principal (Figura119).

Figura 119

Configuración del flujo de trabajo de la unidad de programación lineal en Botpress



Nota. Captura de pantalla realizada en la plataforma Botpress.

En particular, para la unidad dedicada a la Programación Lineal, el chatbot ofrecía al alumnado la posibilidad de seleccionar entre varias opciones, como teoría, actividades o herramientas de representación gráfica. Las consultas teóricas realizadas por los estudiantes se resolvían extrayendo información de una base de conocimiento en línea, con respuestas orientadas a aclarar definiciones y conceptos clave. En los casos en que el chatbot no podía proporcionar una respuesta se redirigía al estudiante a un canal determinado en la aplicación Teams para contactar directamente con su profesora.

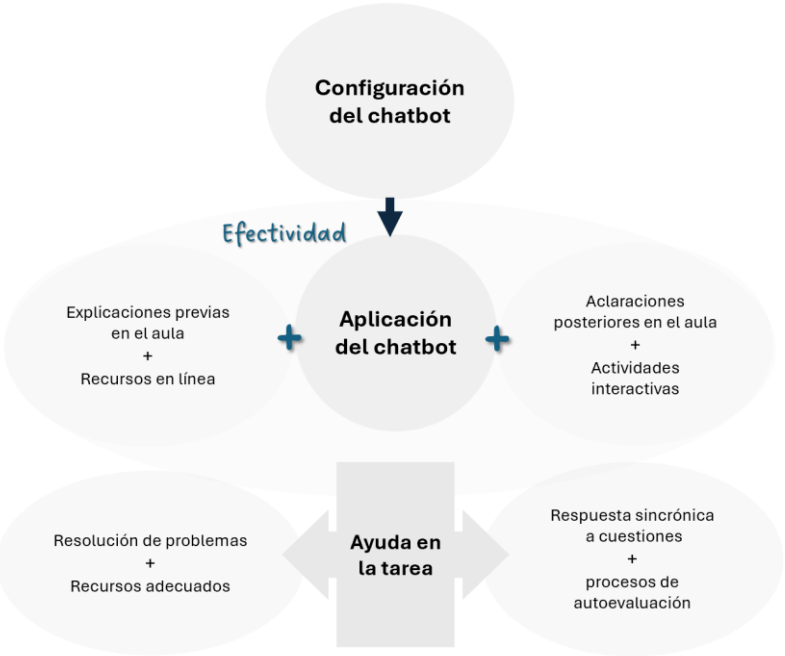
Además, el chatbot ofrecía acceso a diversos recursos complementarios a través de menús interactivos, incluyendo vídeos explicativos, actividades resueltas en formato PDF, y enlaces a páginas web previamente seleccionados por la profesora. En la sección práctica, se proporcionaban herramientas de representación gráfica, como Geogebra, y se guiaba a los estudiantes en la resolución de problemas, explicando los pasos necesarios para llegar a la solución e incluyendo aclaraciones sobre elementos fundamentales como las variables, la

función objetivo o las restricciones, aplicados a contextos específicos dentro de la Programación Lineal.

En la Figura 120 se muestran algunos aspectos clave de la implementación de este tercer chatbot configurado en la plataforma Botpress e integrado en el aula virtual de la asignatura de Matemáticas aplicadas a las ciencias sociales de 2º de Bachillerato. Las explicaciones de contenido matemático facilitadas por la profesora al alumnado en el aula presencial con anterioridad a la aplicación del chatbot y las aclaraciones posteriores de aspectos concretos de la resolución de problemas no solucionados por el alumnado fueron relevantes para aumentar la efectividad en la tarea resuelta con ayuda del chatbot. Además, los recursos en línea facilitados a través del chatbot y del entorno virtual de aprendizaje Moodle y las actividades interactivas con retroalimentación inmediata ayudaron al alumnado a reforzar y enriquecer sus conocimientos matemáticos, fortaleciendo los procesos de autoevaluación y autonomía en el aprendizaje.

Figura 120

Experiencia educativa con el chatbot configurado en Botpress e integrado en Moodle



Nota. Gráfico de elaboración propia.

El grupo de estudiantes de 2 de Bachillerato de la modalidad de Humanidades y Ciencias Sociales que utilizó el chatbot estaba formado por 3 alumnos y 4 alumnas. Una de las alumnas con las matemáticas pendientes del curso anterior requería un refuerzo especial en la materia dadas sus dificultades previas y fue facilitado a través del chatbot. La experiencia del grupo con el chatbot fue más completa que en las aplicaciones de los dos chatbots anteriores, teniendo en cuenta que este tercer chatbot unificó las características esenciales de los dos anteriores. Por un lado, ayudó al alumnado en la resolución de problemas matemáticos y por otro proporcionó recursos complementarios para el aprendizaje y la autoevaluación.

Observación en el aula. El chatbot integrado en el aula virtual de Matemáticas Aplicadas a las Ciencias Sociales II se utilizó con el alumnado para repasar contenidos de programación lineal antes de que realizasen una prueba de evaluación en la que mostrasen su comprensión y conocimientos sobre el tema. La investigadora-docente utilizó la guía de observación previamente diseñada para la observación participante en el aula durante la interacción del alumnado con el chatbot. La observación tuvo lugar el 4 de diciembre de 2023 en el aula presencial del grupo clase formado por 4 alumnas y 3 alumnos de 2º de Bachillerato del IES Los Valles y se centró básicamente en observar la satisfacción del alumnado, la usabilidad del chatbot y su impacto educativo, registrándose la información en un diario reflexivo. Se propuso al alumnado durante la sesión resolver el mismo problema de programación lineal que se configuró en el chatbot del primer ciclo de la investigación-acción y que también se incorporó a la tercera versión del chatbot (Calculo.cc, 2012).

Prueba de evaluación sobre programación lineal. La prueba para evaluar el desempeño del alumnado al resolver dos actividades de Programación lineal tuvo lugar al día siguiente de la observación en el aula y aunque no se puede afirmar que la mejora de resultados

se deba al uso del chatbot, este ha sido una herramienta que ha facilitado recursos y ha proporcionado una estructura guía para resolver este tipo de problemas.

VI.4. Fase de observación

VI.4.1. Competencia digital docente

Para el análisis de los datos recogidos sobre niveles de competencia digital docente se tienen en cuenta las tres etapas de progresión: acceso, experiencia e innovación y los dos niveles progresivos en cada una de ellas, como se muestra en la Tabla 71.

Tabla 71

Etapas y niveles de progresión de la competencia digital Docente

Etapas progresivas	A-Acceso	B-Experiencia	C-Innovación
Niveles progresivos	A1-Conocimiento	B1-Adopción	C1-Liderazgo
	A2-Iniciación	B2-Adaptación	C2-Transformación

Nota. Información extraída de la Guía para centros educativos 2021-2024 dentro del Plan de competencia digital educativa #CompDigEdu_CyL (Dirección General de Innovación y Formación del Profesorado, 2021)

En la Figura 121 se observa el nivel de competencia digital acreditado a los docentes del IES Los Valles a fecha 22 de febrero de 2023 en cada una de las seis áreas que establece el marco de referencia de las competencias digitales docentes en España.

Figura 121

Niveles de competencia digital de los docentes del IES Los Valles acreditados el 22-02-2023

Competencia Digital Docente							
Ámbito:	IES LOS VALLES 22/02/2023 38 DOCENTES						
NIVEL	Acreditado	Área 1	Área 2	Área 3	Área 4	Área 5	Área 6
Sin nivel	63,16%	23,68%	34,21%	23,68%	50,00%	36,84%	34,21%
Nivel A1	2,63%	2,63%	0,00%	2,63%	2,63%	2,63%	2,63%
Nivel A2	13,16%	10,53%	15,79%	13,16%	13,16%	5,26%	7,89%
Nivel B1	21,05%	39,47%	13,16%	26,32%	28,95%	36,84%	18,42%
Nivel B2	0,00%	21,05%	31,58%	28,95%	5,26%	13,16%	31,58%
Nivel C1	0,00%	2,63%	2,63%	5,26%	0,00%	5,26%	2,63%
Nivel C2	0,00%	0,00%	2,63%	0,00%	0,00%	0,00%	2,63%
PROMEDIO	0,9 Sin nivel	2,4 A2	2,3 A2	2,5 A2	1,4 A1	2,0 A2	2,3 A2

Nota. Área 1- Compromiso profesional, Área 2- Contenidos digitales, Área 3- Enseñanza y aprendizaje, Área 4- Evaluación y retroalimentación, Área 5- Empoderamiento del alumnado y Área 6- Desarrollo de la competencia digital del alumnado.

Extraído del informe del CFIE de Benavente sobre el IES Los Valles.

El área de evaluación y retroalimentación es la de menor promedio acreditado, 1.4, asociado a un nivel A1 relativo al conocimiento, que indica una formación inicial sobre el uso de las tecnologías digitales en esos procesos. El 50 % del profesorado del IES Los Valles no tiene acreditado ningún nivel en esa área en el momento en el que se recogieron los datos.

En el resto de las áreas se alcanza globalmente el nivel A2 relativo a la iniciación, sobre formación inicial tutelada y aplicada en contextos reales. Ambos niveles A1 y A2 corresponderían a una primera etapa de acceso a la tecnología.

Considerando que para acreditar un determinado nivel de competencia digital A1, A2, B1, B2, C1 o C2 el docente debe tener acreditado ese nivel en las seis áreas, se observa que el 63.16 % del profesorado no tiene ningún nivel acreditado en la fecha 22 de febrero de 2023 y el máximo nivel acreditado por el 21.05 % del profesorado es el B1 que corresponde a una segunda etapa de experiencia y se refiere a la adopción o uso convencional de los recursos digitales.

La Figura 122 ofrece datos sobre la segunda recogida de información el 15 de mayo de 2023, facilitada por el CFIE de Benavente.

Figura 122

Niveles de competencia digital de los docentes del IES Los Valles acreditados el 15-05-2023

Competencia Digital Docente							
Ámbito:	IES LOS VALLES 15/05/2023 39 DOCENTES						
NIVEL	Acreditado	Área 1	Área 2	Área 3	Área 4	Área 5	Área 6
Sin nivel	46,15%	23,08%	28,21%	20,51%	38,46%	30,77%	28,21%
Nivel A1	2,56%	2,56%	0,00%	2,56%	2,56%	0,00%	2,56%
Nivel A2	17,95%	7,69%	12,82%	7,69%	7,69%	5,13%	5,13%
Nivel B1	28,21%	28,21%	12,82%	17,95%	28,21%	35,90%	15,38%
Nivel B2	5,13%	28,21%	33,33%	38,46%	23,08%	15,38%	35,90%
Nivel C1	0,00%	10,26%	10,26%	12,82%	0,00%	12,82%	10,26%
Nivel C2	0,00%	0,00%	2,56%	0,00%	0,00%	0,00%	2,56%
PROMEDIO	1,4 A1	2,7 A2	2,6 A2	2,9 A2	1,9 A1	2,4 A2	2,7 A2

Nota. Extraído del informe del CFIE de Benavente sobre el IES Los Valles.

En comparación con los datos obtenidos el 22 de febrero de 2023, se observa que con fecha 15 de mayo de 2023 se ha reducido el porcentaje de docentes sin ningún nivel acreditado pasando de un 63.16 % a un 46.15 %. Además, el nivel de competencia digital más alto alcanzado se ha incrementado de B1 a B2 que posee el 5.13 % del profesorado del IES Los Valles. Este nivel B2 de adaptación se refiere a la aplicación de las tecnologías digitales en distintos contextos.

El área 4 de evaluación y retroalimentación sigue siendo la de peor promedio 1.9, pero se ha reducido desde un 50 % del profesorado que no tenía ningún nivel alcanzado en esta área a un 38.46 %. También ha mejorado el nivel promedio acreditado, alcanzando el A1.

Análisis estadístico del nivel de competencia digital docente en el IES Los Valles desde el curso escolar 2022-2023 al 2024-2025. Se toman datos en seis momentos durante los cursos 2022-2023, 2023-2024 y 2024-2025 como se indica en la Tabla 72 y se representa en la Figura 123 el porcentaje de profesorado con acreditación en los diferentes niveles de competencia digital

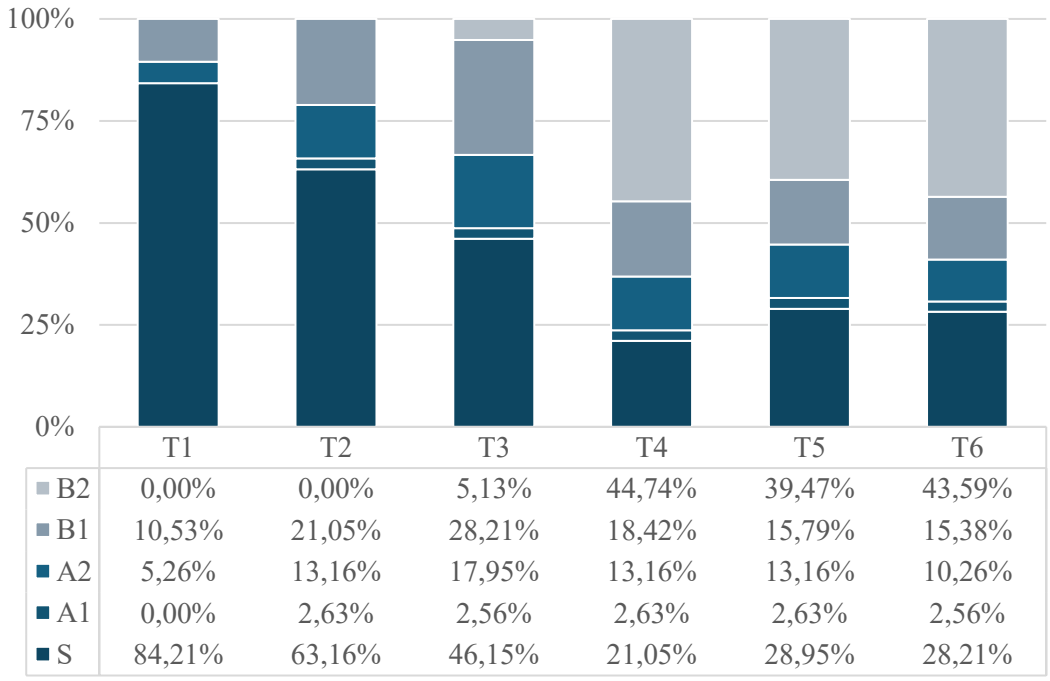
Tabla 72

Fechas de recogida de datos sobre nivel de competencia digital docente

Curso	Fecha	Código
2022-2023	02/12/2022	T1
2022-2023	22/02/2023	T2
2022-2023	15/05/2023	T3
2023-2024	01/07/2024	T4
2024-2025	18/11/2024	T5
2024-2025	23/05/2025	T6

Figura 123

Porcentaje de profesorado del IES Los Valles acreditado en cada nivel de competencia digital



	T1	T2	T3	T4	T5	T6
B2	0,00%	0,00%	5,13%	44,74%	39,47%	43,59%
B1	10,53%	21,05%	28,21%	18,42%	15,79%	15,38%
A2	5,26%	13,16%	17,95%	13,16%	13,16%	10,26%
A1	0,00%	2,63%	2,56%	2,63%	2,63%	2,56%
S	84,21%	63,16%	46,15%	21,05%	28,95%	28,21%

Nota. S significa Sin acreditación y A1, A2, B1 y B2 son niveles de competencia digital docente en orden ascendente.

Los datos relativos al curso 2022-2023 (T1, T2, T3) muestran un fuerte avance en el proceso de acreditación con una reducción progresiva del porcentaje de docentes sin acreditación pasando del 84.21 % al 46.15 %. Al finalizar el curso el 5.13% del profesorado alcanza el nivel B2 de acreditación de la competencia digital docente.

En el curso 2023-2024 (T4), la mayoría del profesorado ya está acreditado, registrándose el porcentaje más bajo de profesorado sin acreditar 21.05 % en los tres años y un aumento importante en el nivel B2, con el 44.74 % de profesorado acreditado en ese nivel, lo que indica consolidación y progreso en la competencia digital, asociado a un impulso institucional y formativo durante el curso escolar.

En 2024-2025 (T5 y T6), tras el progreso notable del curso anterior, se observa cierta estabilización o leve retroceso en el proceso de acreditación, que puede deberse a la renovación de parte del profesorado. En este curso aumenta respecto del curso anterior el porcentaje de profesorado sin acreditar pasando del 21.05 % en 2023-2024 al 28.95 % y 28.21 % en 2024-2025.

VI.4.2. Resultados del cuestionario SELFIE de 2023-2024

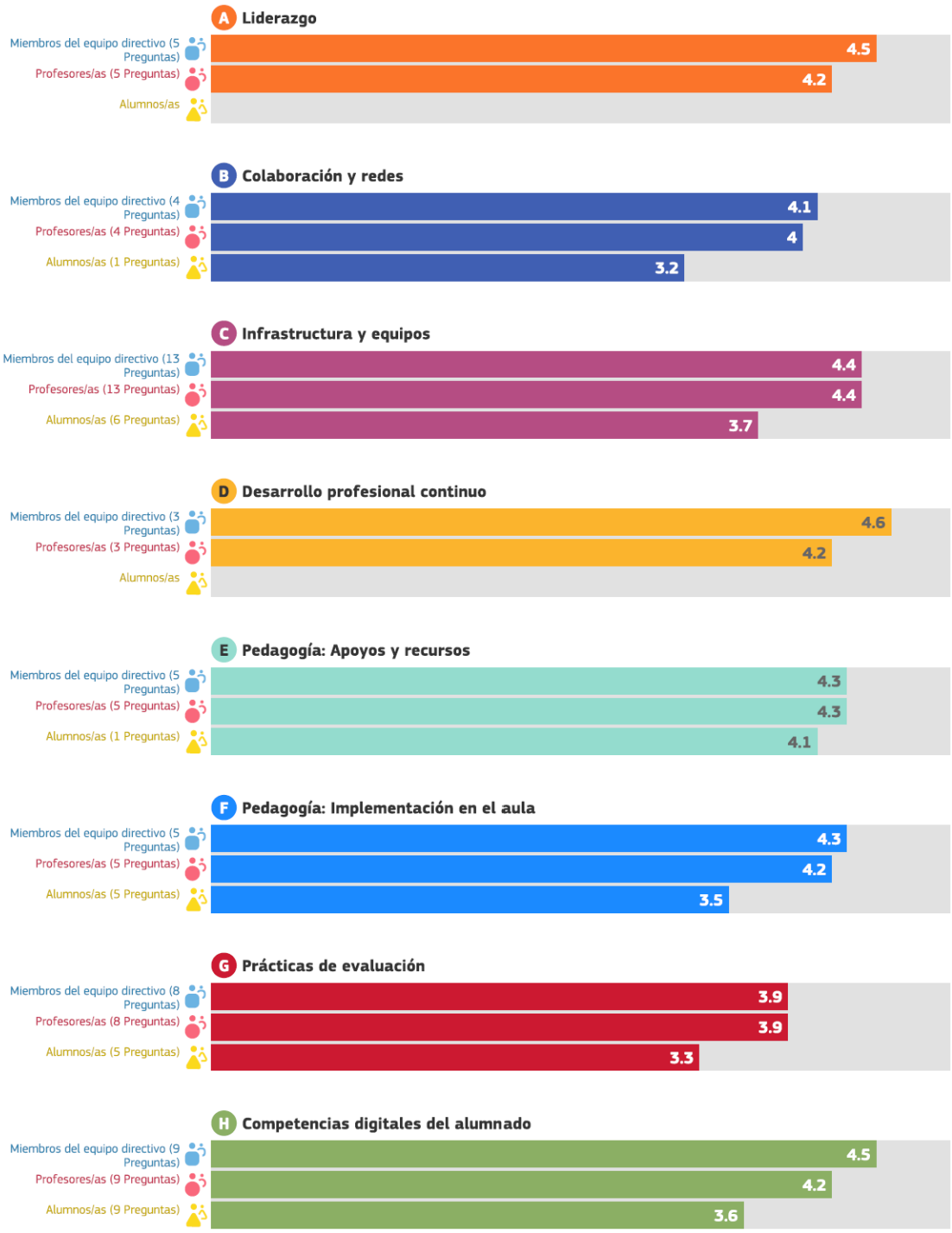
Áreas principales. En la Figura 124 puede apreciarse que de las ocho áreas principales en las que se pueden agrupar las diferentes preguntas del cuestionario, participan los tres grupos (equipo directivo, profesorado y alumnado) en seis de las áreas: Colaboración y redes (B), Infraestructura y equipos (C), Pedagogía: Apoyos y recursos (E). Pedagogía: Implementación en el aula (F), Prácticas de evaluación (G) y Competencias digitales del alumnado (H); mientras que en las áreas de Liderazgo (A) y Desarrollo Profesional Continuo (D) participan el equipo directivo y el profesorado. Para cada perfil o grupo participante en el cuestionario SELFIE se obtiene un promedio de las respuestas que es máximo para el equipo directivo en el área de Desarrollo profesional continuo con un valor de 4,6, para el profesorado en el área de Infraestructura y equipos con valor medio de 4,4 y para el alumnado en el área de Pedagogía: Apoyos y recursos con promedio de 4,1. Los promedios mínimos para cada grupo se obtienen en el área de Prácticas de evaluación con valor 3,9 para el caso del equipo directivo y el profesorado y en el área de Colaboración y redes con una media de puntuaciones mínima de 3,2 para el caso del alumnado. La máxima diferencia entre los promedios obtenidos en cada

área por el equipo directivo y por el profesorado se produce en el área de Desarrollo profesional continuo donde para el equipo directivo se obtiene un promedio de 4,6 y para el profesorado de 4,2. Se destaca también entre estos dos grupos la coincidencia de promedios globales en las áreas de Infraestructura y equipos con valor 4,4, Pedagogía: Apoyos y recursos con valor 4,3 y Prácticas de evaluación con valor 3,9.

En el caso del profesorado y el alumnado, los promedios procedentes del grupo de alumnado siempre son inferiores a las del profesorado. La mayor diferencia en los promedios de ambos grupos se obtiene en el área B de Colaboración y redes con promedios de 4 y 3,2 y la menor diferencia en el área E de Pedagogía: Apoyos y recursos con promedios de 4,3 y 4,1.

Figura 124

Media de las respuestas por perfil y área



Área de liderazgo. Esta área consta de cinco preguntas que contestan tanto el equipo directivo como el profesorado y los resultados pueden verse en la Figura 125. El promedio global por pregunta teniendo en cuenta a ambos grupos alcanza su valor máximo de 4,6 tanto en el desarrollo de la estrategia digital del centro con el profesorado como en el apoyo del

equipo directivo al profesorado para probar nuevas formas de enseñanza con tecnologías digitales. El promedio global mínimo 4 se da en el tiempo que tiene el profesorado en el centro educativo para explorar la forma de mejorar su método de enseñanza con tecnologías digitales. En esta pregunta es también en la que los promedios entre ambos grupos son más similares, 4 y 4,1 para el equipo directivo y el profesorado respectivamente. En cuanto a la máxima diferencia en los promedios obtenidos en cada grupo, se produce en la pregunta sobre si el centro cuenta con una estrategia digital con un valor medio de 4,7 en el grupo del equipo directivo y de 4,1 en el del profesorado.

Figura 125

Media de las respuestas por pregunta del área de liderazgo

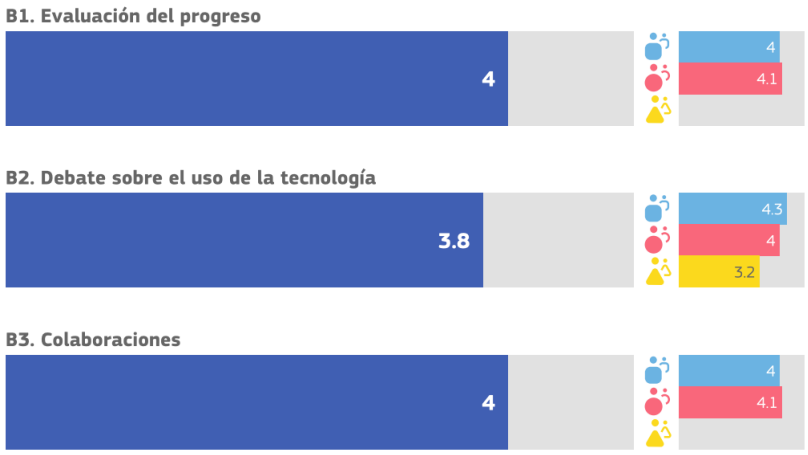


Área de colaboración y redes. Los promedios de las respuestas a las preguntas de esta área, obtenidos por los participantes pueden verse en la Figura 126. De las tres preguntas incluidas en el área de Colaboración y redes, todas son contestadas por el equipo directivo y el profesorado mientras que el alumnado sólo contesta a la relativa al debate sobre el uso de la

tecnología en la que se obtiene el promedio global mínimo de 3,8. En las otras dos preguntas sobre la evaluación del progreso en materia de enseñanza y aprendizaje con tecnologías digitales y el uso de tecnologías digitales al colaborar con otras organizaciones el promedio es de 4.

Figura 126

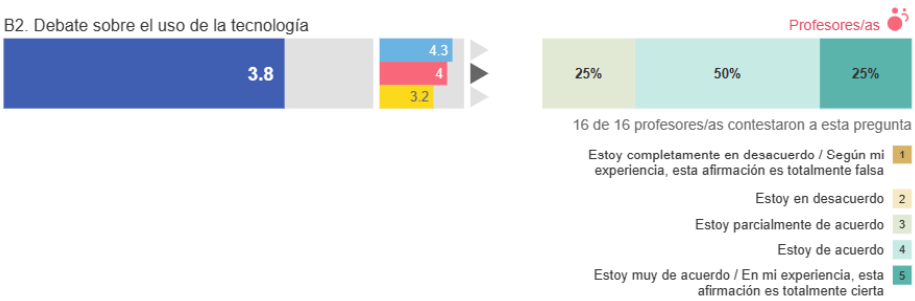
Media de las respuestas por pregunta del área de colaboración y redes



En la Figura 127 sobre el porcentaje de respuestas obtenidos en la pregunta referida al debate sobre el uso de la tecnología se aprecia que mientras el 100 % del equipo directivo y el 75 % del profesorado está de acuerdo o muy de acuerdo con que en el centro educativo se debate sobre las ventajas y desventajas de utilizar la tecnología para la enseñanza y el aprendizaje, entre el alumnado este porcentaje se reduce al 42 %.

Figura 127

Porcentajes de respuestas a la pregunta B2 para cada perfil

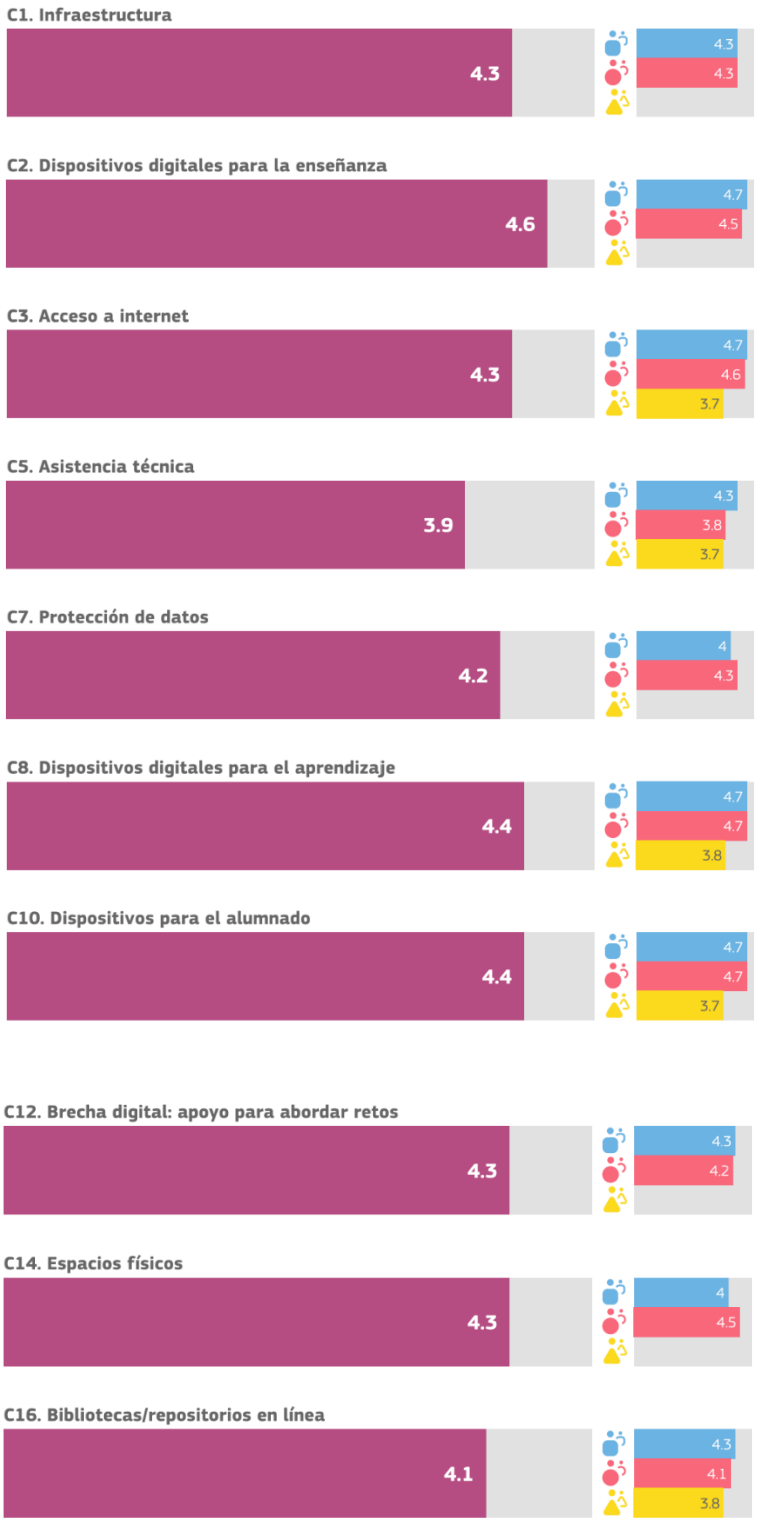




Área de infraestructura y equipos. Los promedios de las respuestas a las diez preguntas incluidas en esta área se muestran en la Figura 128. A parte del promedio global por pregunta puede observarse el obtenido en cada grupo participante: equipo directivo, profesorado y alumnado. Al alumnado van destinadas el 50 % de las preguntas del área y los promedios que se obtienen en este grupo siempre son inferiores a los de los otros dos grupos. El promedio global máximo de 4,6 se obtiene en la pregunta dirigida al equipo directivo y al profesorado sobre la existencia en el centro educativo de dispositivos digitales para la enseñanza. El promedio más alto que corresponde a las preguntas en las que participan los tres grupos es de 4,4 y se da en la existencia de dispositivos digitales para el aprendizaje y de dispositivos portátiles que el alumnado puede llevarse a casa en caso necesario. En cuanto al promedio global menor en esta área, es de 3,9 y es para la disposición de asistencia técnica cuando hay problemas con las tecnologías digitales. En esta última cuestión es también donde se producen más diferencias entre la opinión del equipo directivo y la del profesorado. En el primer grupo el promedio es de 4,3 mientras que en el segundo es de 3,8. Estos dos grupos difieren otros 0,5 puntos en los promedios relativos a los espacios fisicos y su facilitación de la enseñanza y el aprendizaje con tecnologías digitales. En este caso el promedio obtenido en el grupo de profesorado es de 4,5 superior al del equipo directivo de valor 4.

Figura 128

Media de las respuestas por pregunta del área de infraestructura y equipos



Entre el profesorado y el alumnado, el acercamiento en los promedios se produce en relación con la asistencia técnica, con un promedio de 3,8 en el grupo del profesorado y de 3, 7 en el grupo del alumnado. Como muestra la Figura 129 entre el profesorado, el 68 % esta de acuerdo o muy de acuerdo con que en el centro educativo se pude disponer de asistencia técnica

cuando surgen problemas con la tecnología y entre el alumnado este porcentaje es del 65 %. Sin embargo las diferencias se maximizan en las opiniones sobre los dispositivos para el alumnado con un promedio de 4,7 en el profesorado que además coincide con el del equipo directivo y un promedio de 3,7 en el alumnado. No obstante, como aparece en la Figura 130, el 65 % del alumnado está de acuerdo o muy de acuerdo con la existencia de dispositivos portátiles que pueden llevarse a casa. Entre el profesorado este porcentaje es del 93 % y entre el equipo directivo del 100 %

Figura 129

Porcentajes de respuestas a la pregunta C5 para cada perfil

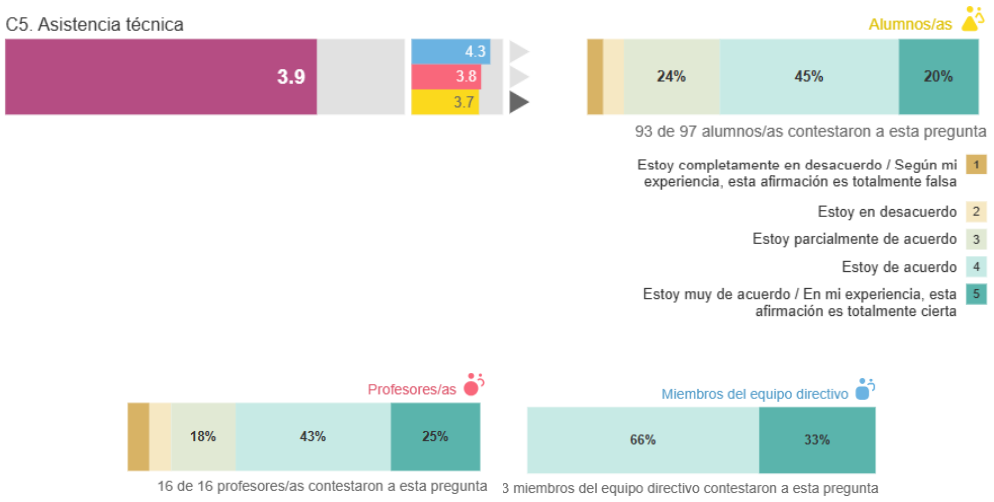
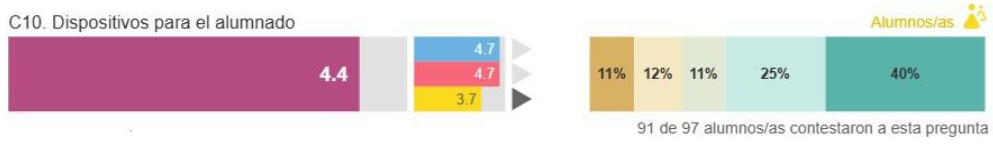
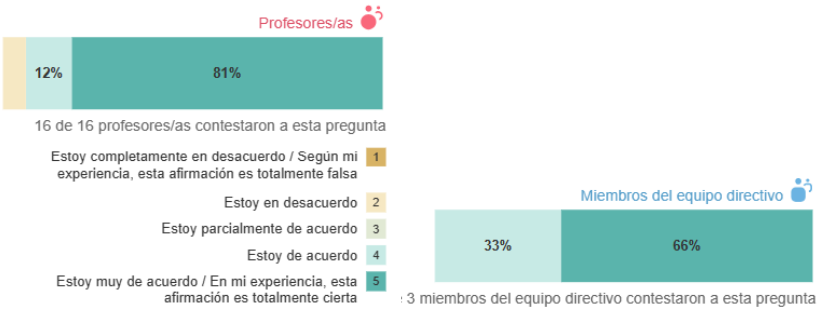


Figura 130

Porcentajes de respuestas a la pregunta C10 para cada perfil

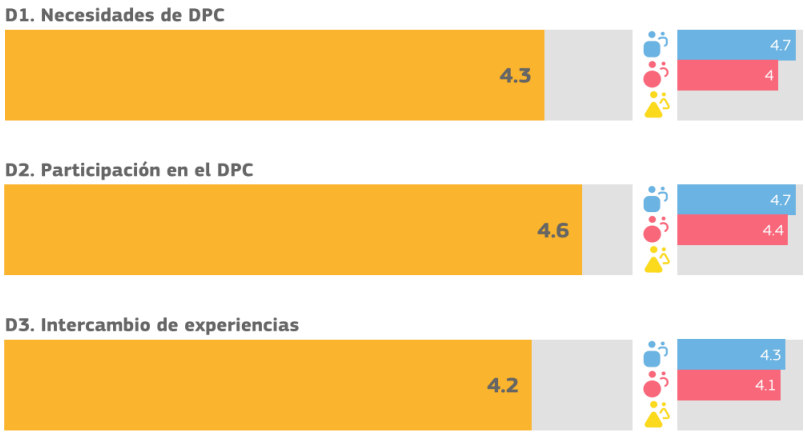




Área de desarrollo profesional continuo. Como muestra la Figura 131 esta área constituida por tres preguntas sobre las necesidades y participación del profesorado en su desarrollo profesional continuo y el intercambio de experiencias se dirige al equipo directivo y profesorado. El promedio global máximo es de 4,6 para la participación en el desarrollo profesional continuo (DPC) referido a las posibilidades del profesorado de DPC en la enseñanza y el aprendizaje con tecnologías digitales. El promedio global mínimo de 4,2 es para el intercambio de experiencias sobre la enseñanza con tecnologías digitales que se produce entre el profesorado con la ayuda del equipo directivo. La diferencia entre los promedios obtenidos en ambos grupos es mayor en relación con el debate o reflexión sobre las necesidades de DPC del profesorado. En el caso del equipo directivo este promedio es de 4,7 mientras que en el del profesorado es de 4.

Figura 131

Media de las respuestas por pregunta del área de desarrollo profesional continuo



Área de pedagogía: apoyos y recursos. En la Figura 132 aparecen las cinco cuestiones integradas en el área de Pedagogía: Apoyos y recursos con el promedio global y el obtenido en los diferentes grupos participantes. En esta área una de las cinco preguntas referida al empleo de entornos virtuales de aprendizaje es respondida por los tres grupos: equipo directivo, profesorado y alumnado; el resto se destina solamente al equipo directivo y al profesorado. Es en esa cuestión en la que se obtiene el menor promedio global del área de 4,1 que coincide con los promedios del profesorado y alumnado, siendo el promedio para las respuestas proporcionadas por el equipo directivo de 4. En la Figura 133 aparece desglosados los porcentajes de participantes que responden a las diferentes opciones de la pregunta en la escala de 1 a 5. Así el 100 % del equipo directivo está de acuerdo con la afirmación de que el profesorado de su centro educativo emplea entornos virtuales de aprendizaje con el alumnado, entre el profesorado el porcentaje de los que están de acuerdo o muy de acuerdo es de 74 % y entre el alumnado del 79 %.

Se destaca, también en la Figura 132 como el máximo promedio entre las preguntas del área de Pedagogía: Apoyos y recursos es de 4,6 en el uso de las tecnologías digitales por parte del profesorado para la comunicación relativa al centro educativo. Otro dato a tener en cuenta es que el promedio en los grupos del equipo directivo y del profesorado es el mismo y con valor 4,3 en las cuestiones sobre la creación de recursos digitales para reforzar la labor de enseñanza y el uso de recursos educativos abiertos.

Figura 132

Media de las respuestas por pregunta del área de pedagogía: apoyos y recursos

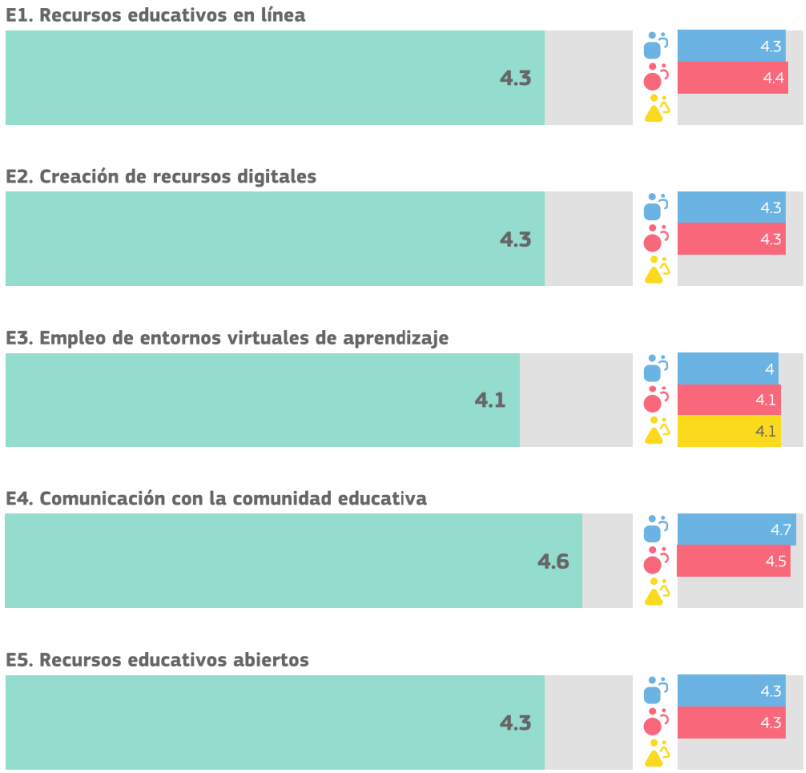
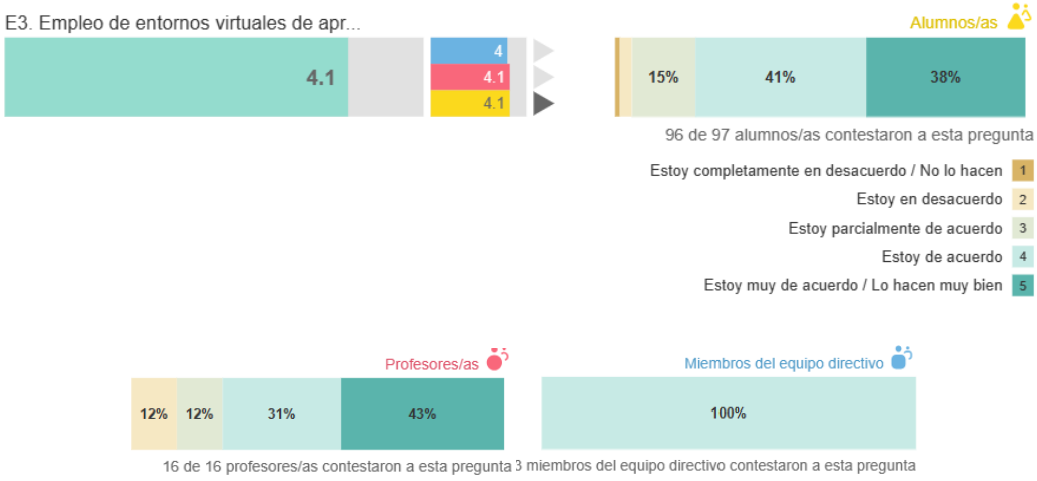


Figura 133

Porcentajes de respuestas a la pregunta E3 para cada perfil

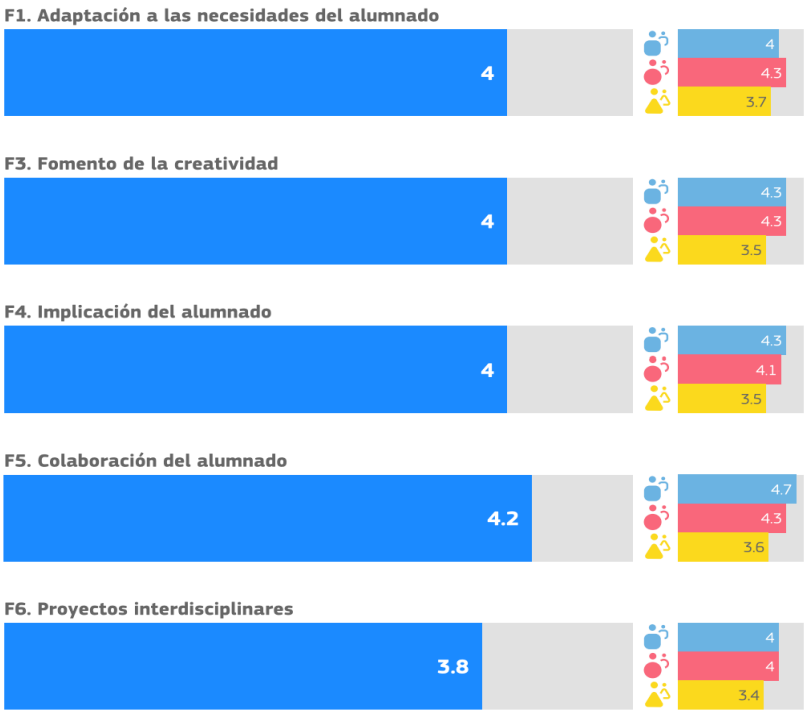


Área de pedagogía: implementación en el aula. Los resultados obtenidos en esta área pueden verse en la Figura 134. Está constituida por cinco cuestiones a las que contestan tanto el equipo directivo como el profesorado y el alumnado y tiene un promedio máximo de 4,2 que

corresponde a la utilización de tecnologías digitales para facilitar la colaboración entre el alumnado. Esta pregunta con respecto a las demás es la que presenta mas diferencias entre los promedios del equipo directivo y del profesorado, siendo estos de 4,7 y de 4,3 respectivamente. Además estos dos grupos coinciden en promedio en las preguntas sobre el uso de tecnologías digitales para fomentar la creatividad del alumnado y la participación del alumnado en proyectos interdisciplinares con promedios respectivos de 4,3 y 4. En esta última pregunta sobre proyectos insterdisciplinares se obtiene un promedio global mínimo de 3,8 al incluir las respuestas del alumnado cuyo promedio de 3,4 también es mínimo entre los promedios obtenidos en el resto de preguntas del área para ese grupo. Teniendo en cuenta que los promedios obtenidos en el grupo del alumnado son menores que en los otros dos grupos, la mayor diferencia entre los promedios de respuestas del profesorado y del alumnado se produce en el uso de la tecnología para que el alumnado realice actividades creativas, con promedios respectivos de 4,3 y 3,5.

Figura 134

Media de las respuestas por pregunta del área de pedagogía: implementación en el aula



Área de prácticas de evaluación. En esta área, como se aprecia en la Figura 135 los promedios de respuestas a las diferentes preguntas que forman parte del área son inferiores en el grupo del alumnado que en los otros grupos como ocurre en las demás áreas. El alumnado contesta a cuatro de las cinco preguntas que constituyen el área y el promedio mínimo para este grupo es de 3,1 en la pregunta sobre el uso de la tecnología para realizar observaciones sobre el trabajo de sus compañeros. En esta pregunta también se obtienen los promedios mínimos para los otros dos grupos, 3,3 para el equipo directivo y 3,5 para el profesorado, por lo que se da un promedio mínimo global de 3,3. Los detalles sobre la pregunta aparecen en la Figura 136, donde se aprecia que el 39 % del alumnado está de acuerdo o muy de acuerdo con que utiliza la tecnología para realizar observaciones sobre el trabajo de sus compañeros, aproximadamente el 37 % del profesorado también está de acuerdo o muy de acuerdo y el 50 % está parcialmente de acuerdo y en el equipo directivo dos de los tres miembros, están parcialmente de acuerdo y el otro miembro (33 %) está de acuerdo.

La pregunta donde se alcanza el mayor promedio global de 4 es el uso de tecnologías digitales por parte del profesorado para evaluar las habilidades del alumnado que es contestada tanto por el equipo directivo como por el profesorado. Se destaca, además como las diferencias en los promedios del equipo directivo y del profesorado son mayores en la pregunta sobre facilitar que el alumnado utilice tecnologías digitales para documentar su aprendizaje, con promedio de 4,3 para el equipo directivo y de 3,9 para el profesorado; y entre el profesorado y el alumnado, las diferencias en los promedios se maximizan en relación con la pregunta sobre proporcionar o recibir, según el caso, retroalimentación adecuada a través de tecnologías digitales con un 4,1 de promedio en el profesorado y un 3,3 en el alumnado. En esta pregunta, tal y como muestra la Figura 137, el porcentaje de alumnado que está de acuerdo o muy de acuerdo es del 40 % frente al 68 % del profesorado.

Figura 135

Media de las respuestas por pregunta del área de prácticas de evaluación

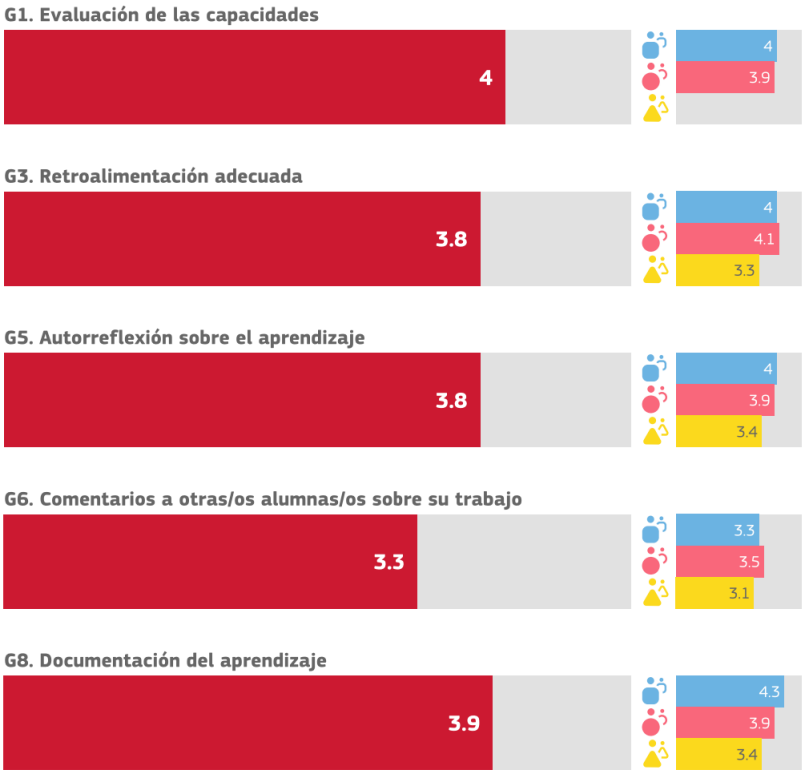


Figura 136

Porcentajes de respuestas a la pregunta G6 para cada perfil

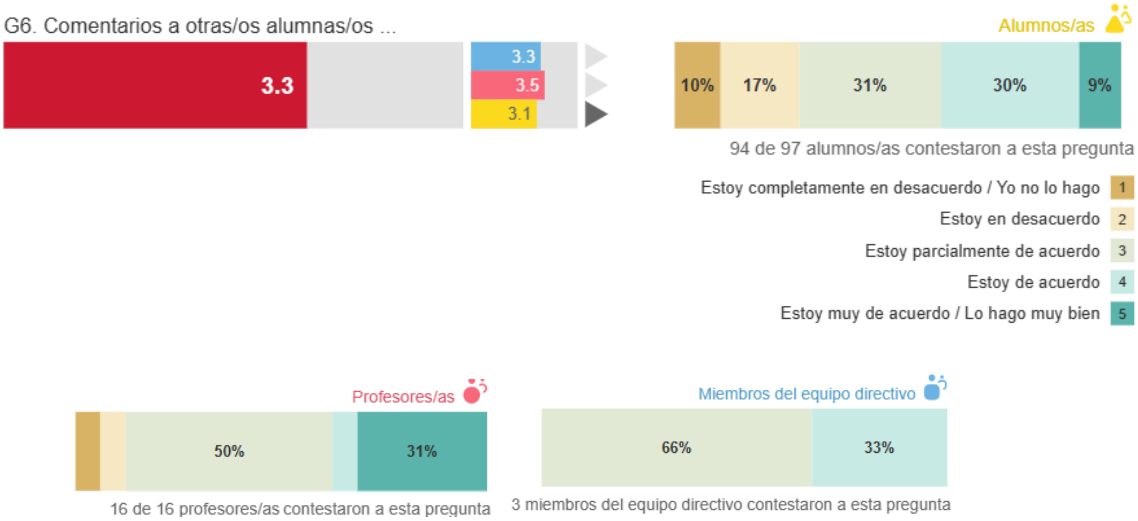
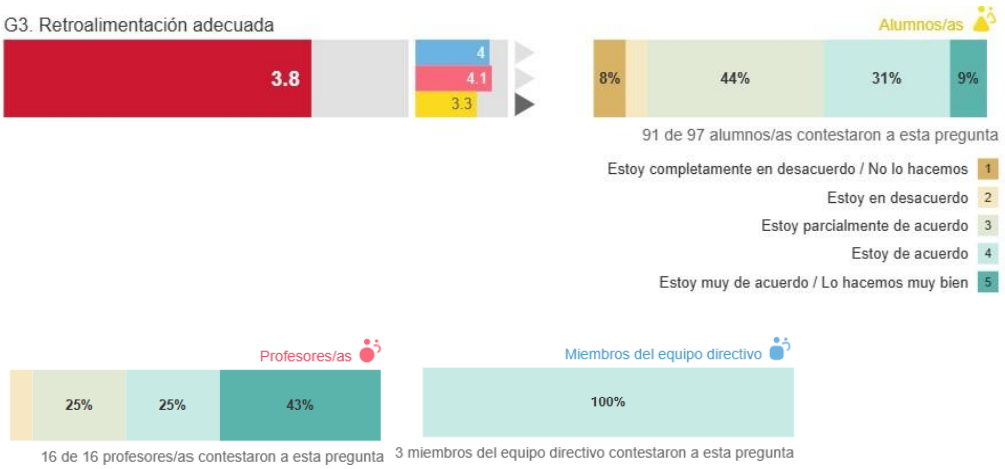


Figura 137

Porcentajes de respuestas a la pregunta G3 para cada perfil



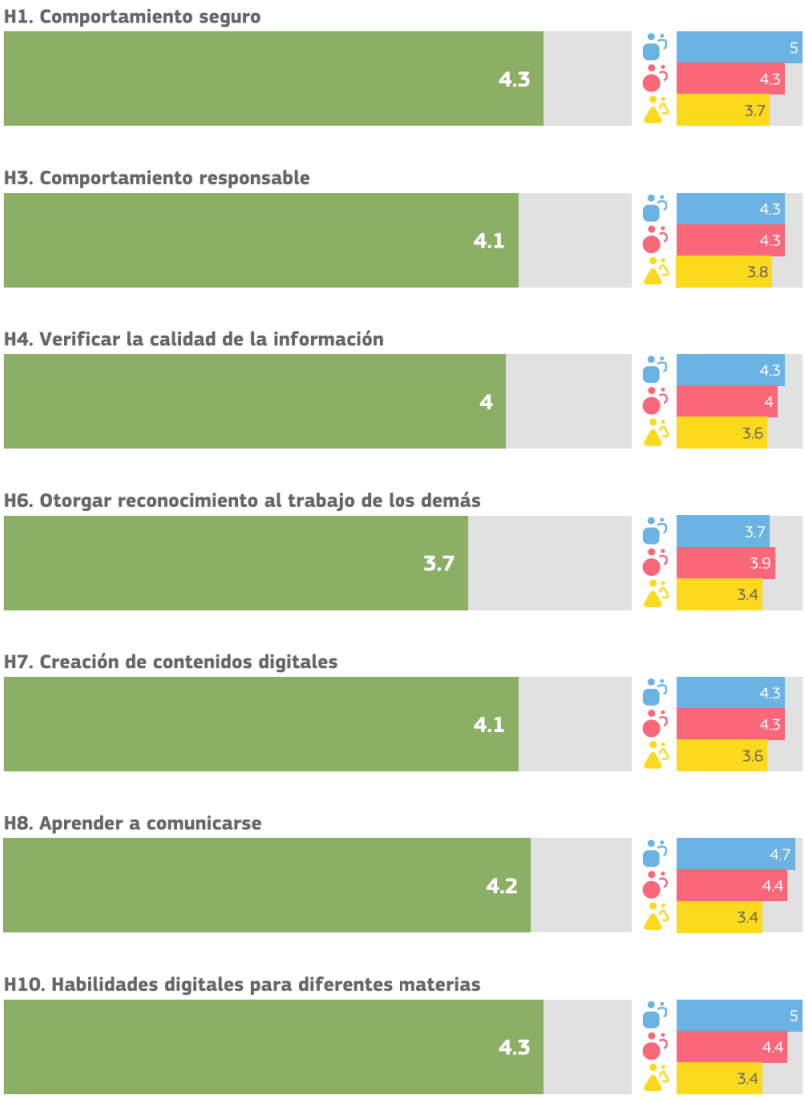
Área de competencias digitales del alumnado. Las siete preguntas que conforman el área de competencias digitales del alumnado son contestadas por los tres grupos participantes como se aprecia en la Figura 138. Las de mayor promedio global de 4,3 se refieren a si en el centro educativo el alumnado aprende a actuar de manera segura en internet y si desarrollan habilidades digitales para diferentes materias y la de menor promedio de 3,7 se refiere al aprendizaje del alumnado sobre dar crédito al trabajo de otras personas que ha encontrado en internet. En una de las preguntas de mayor promedio, la relativa al comportamiento seguro, la diferencia entre el promedio de los grupos del equipo directivo y del profesorado es máxima dentro del área, obteniéndose para el primero un promedio de 5 y para el segundo de 4,3. Sin embargo, estos dos grupos, coinciden en el valor del promedio 4,3 en el caso de las preguntas sobre el comportamiento responsable en internet y sobre aprender a crear contenidos digitales por parte del alumnado, en ambas el promedio global es de 4,1.

Entre el grupo del profesorado y el del alumnado se dan diferencias máximas dentro del área en las preguntas sobre el desarrollo en el alumnado de habilidades digitales para diferentes materias y el aprendizaje de éste a comunicarse utilizando tecnologías digitales,

obteniéndose en ambas un 4,4 de promedio en las respuestas del profesorado un 3,4 en las del alumnado.

Figura 138

Media de las respuestas por pregunta del área de competencias digitales del alumnado

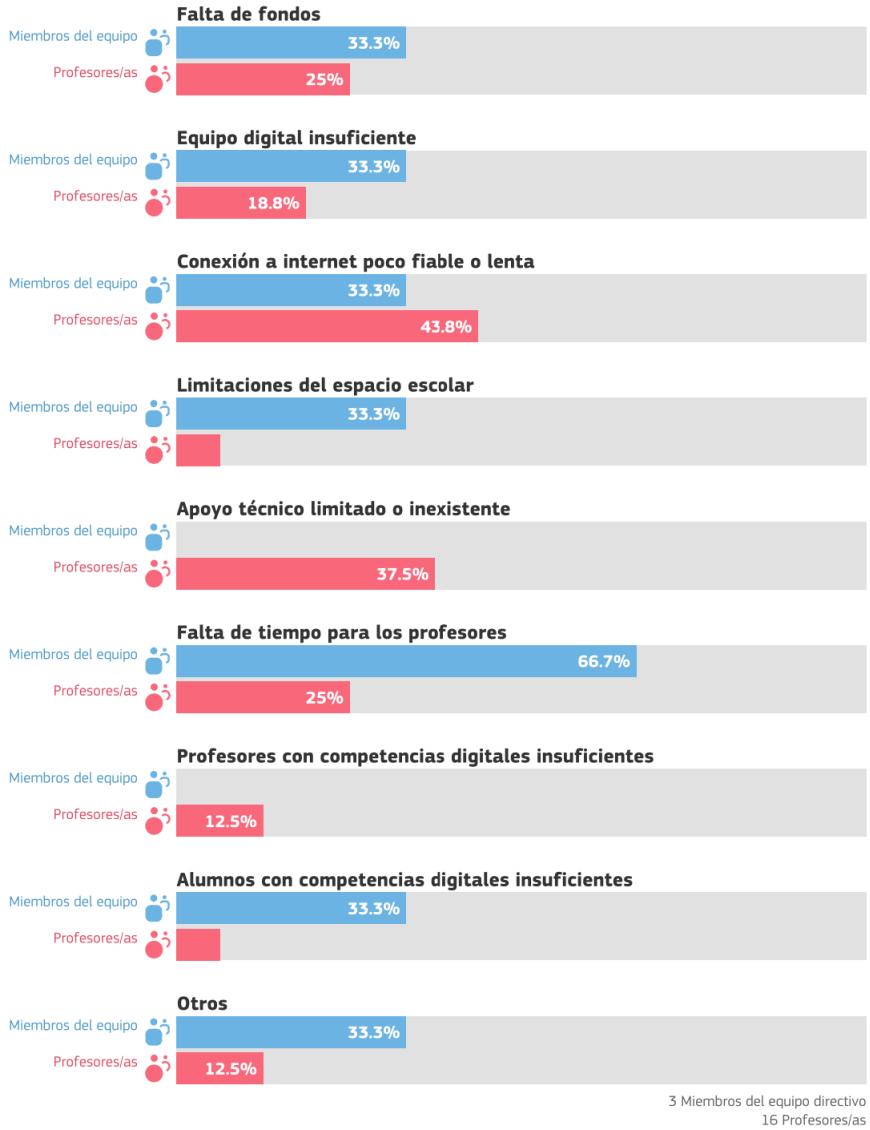


Áreas secundarias. Como áreas secundarías se consideran los factores que limitan el uso de las tecnologías, los factores negativos y positivos para el aprendizaje mixto, la utilidad de las actividades de DPC, la seguridad al utilizar la tecnología, el porcentaje de tiempo, la adopción y el uso de la tecnología, el acceso del alumnado a dispositivos fuera del centro educativo y el conocimiento técnico del alumnado.

Factores que limitan el uso de las tecnologías. En la Figura 139 se destaca que el 66,7 % del equipo directivo señala la falta de tiempo para el profesorado como factor que limita el uso de las tecnologías y entre el profesorado este porcentaje es del 25 %. Además, los porcentajes más elevados entre el profesorado son el 43,8 % que señala la conexión a internet poco fiable o lenta y el 37,5 % el apoyo técnico limitado o inexistente.

Figura 139

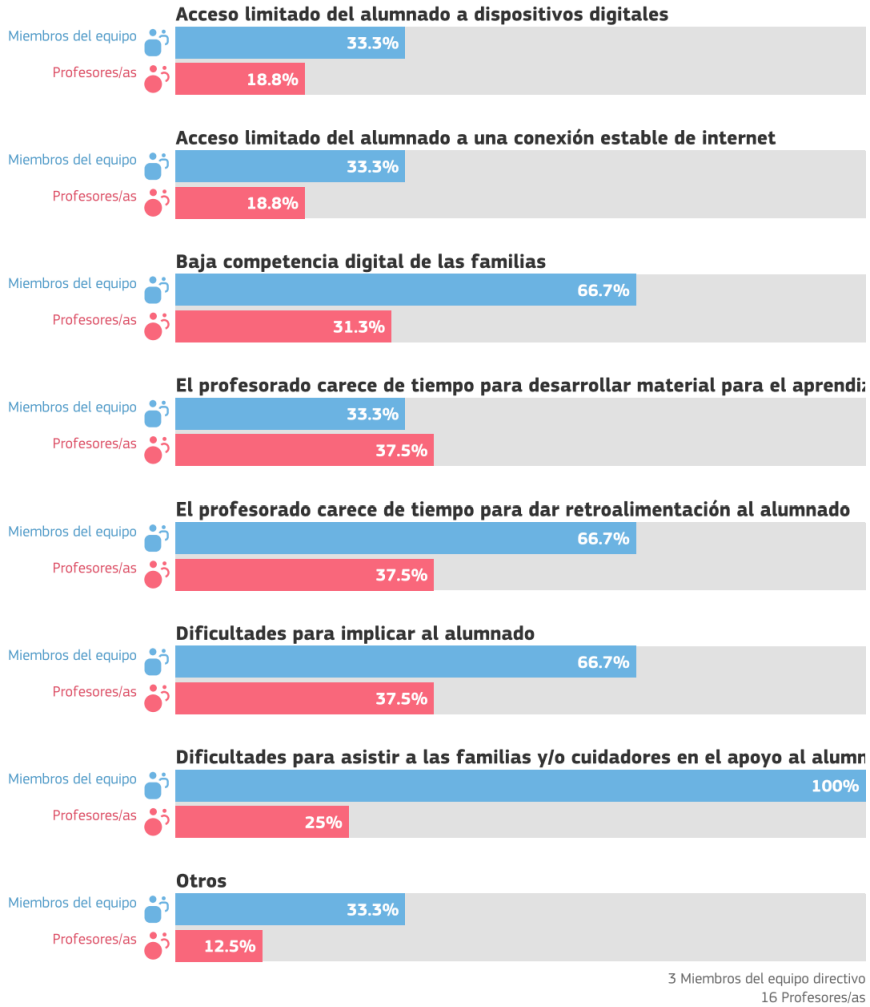
Media de las respuestas por pregunta del área secundaria de factores que limitan el uso de las tecnologías



Factores negativos para el aprendizaje mixto. Como se aprecia en la Figura 140 el factor que condiciona negativamente el aprendizaje mixto señalado por el 100 % del equipo directivo son las dificultades para asistir a las familias en el apoyo al alumnado. Otros factores señalados por dos de los tres miembros del equipo directivo son la baja competencia digital de las familias, la carencia de tiempo del profesorado para dar retroalimentación sobre el aprendizaje y las dificultades para implicar al alumnado. En cuanto a los factores más destacados por el profesorado, el 37,5 % señala su carencia de tiempo para desarrollar material y para proporcionar retroalimentación al alumnado y las dificultades para implicarlo.

Figura 140

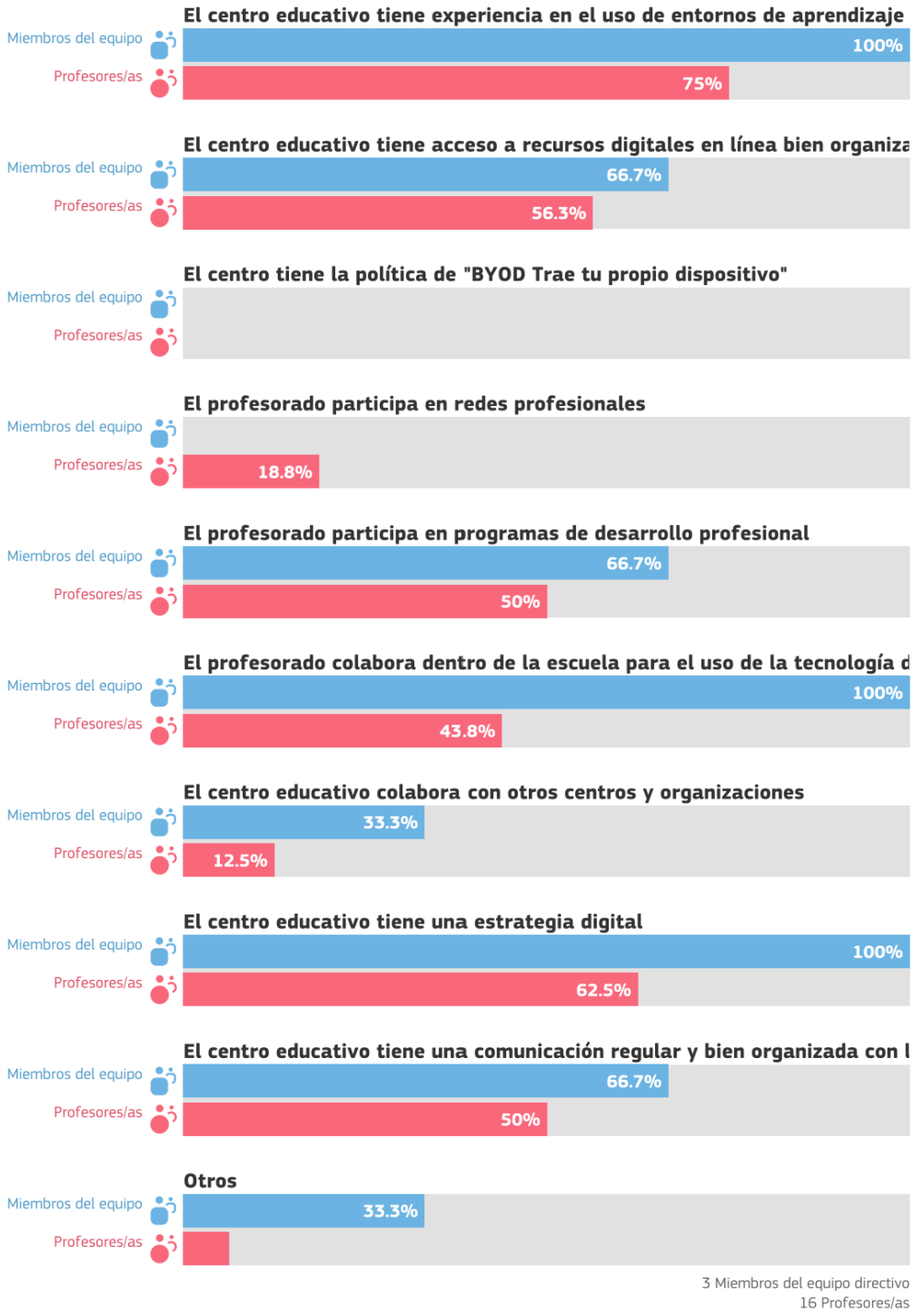
Media de las respuestas por pregunta del área secundaria de factores negativos para aprendizaje mixto



Factores positivos para el aprendizaje mixto. En la Figura 141, destacan por una parte como factores positivos para el aprendizaje mixto, según el 75 % del profesorado participante en SELFIE, la experiencia del centro educativo en el uso de entornos de aprendizaje aprovechando su impulso durante la pandemia de COVID-19, la existencia de una estrategia digital, informado por el 62,5 % de los docentes y el acceso a recursos digitales en línea por el 56,3%. Entre el equipo directivo se destaca además la colaboración del profesorado para el uso de la tecnología. Por otra parte, la política de traer el propio dispositivo no es característica del centro educativo pues no es señalada ni por el profesorado ni por el equipo directivo. La colaboración con otros centros y organizaciones o la participación del profesorado en redes profesionales también son aspectos con poca influencia en el centro, señalados por el 12,5% y el 18,8 % respectivamente, del profesorado y el 33,3% y 0% del equipo directivo. Además el 50 % del profesorado indica como factores positivos para el aprendizaje mixto, su participación en programas de desarrollo profesional y la comunicación regular y bien organizada con tecnología, aspectos señalados por las dos terceras partes del equipo directivo.

Figura 141

Media de las respuestas por pregunta del área secundaria de factores positivos para aprendizaje mixto

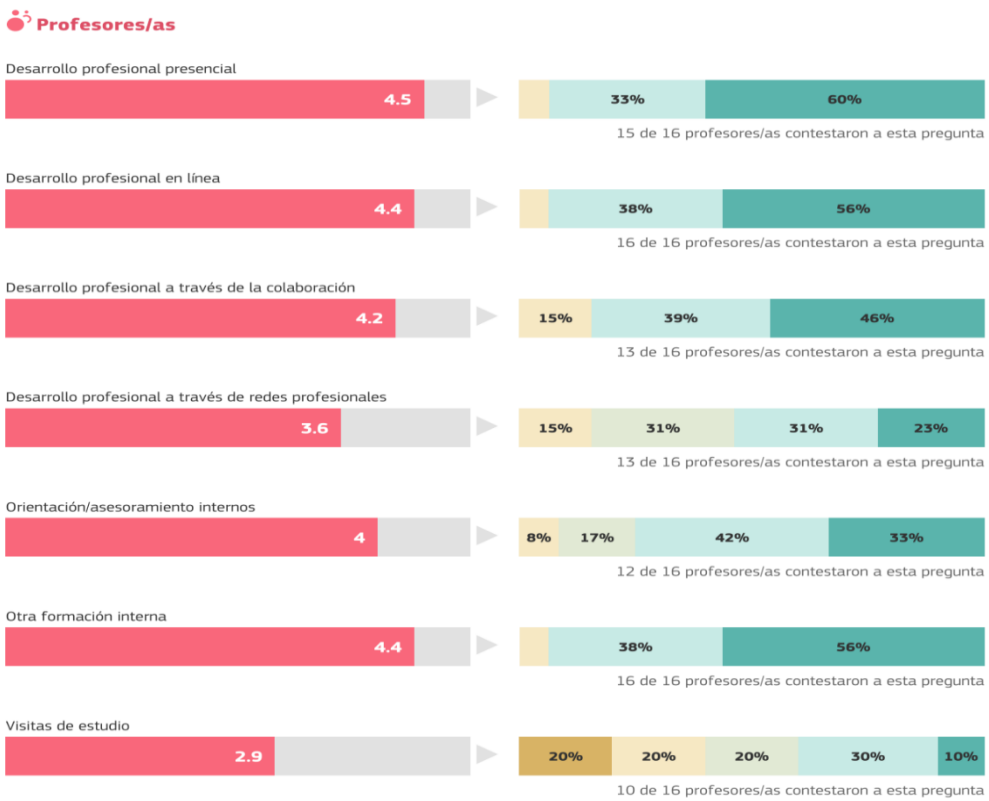


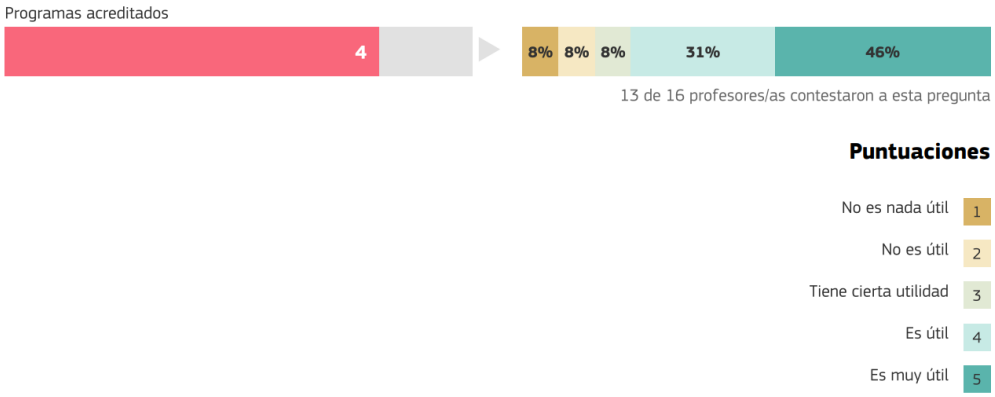
Utilidad de las actividades de desarrollo profesional continuo (DPC). En la Figura 142 se muestran los promedios de las respuestas dadas por el profesorado en cuanto a su opinión sobre la utilidad de las actividades de DPC en las que ha participado en el último año previo a la aplicación del cuestionario SELFIE. El 93 % del profesorado considera útil o muy útil los cursos, seminarios o conferencias presenciales fuera del centro y el 94 % también los

cursos en línea, seminarios web o conferencias en línea u otras actividades formativas internas organizadas por el centro. Para estos casos, se obtiene un 4,5 de promedio para el desarrollo profesional presencial y un 4,4 para el desarrollo profesional en línea u otra formación interna. Destaca por tener el menor promedio de 2,9 las visitas de estudio como por ejemplo a otros centros, empresas u organizaciones, es ese caso el 30 % del profesorado lo considera útil y el 10 % muy útil, aunque un 20 % piensa que no es nada útil y otro 20 % que no es útil. Para el resto de las opciones de respuesta, se supera el 50 % de profesorado que las considera útil o muy útil, en concreto el 85 % para el desarrollo profesional a través de colaboraciones con otros profesores o profesoras, el 77 % para programas acreditados, el 75 % para servicios de orientación o asesoramiento internos y el 54 % para el desarrollo profesional a través de redes profesionales.

Figura 142

Media de las respuestas por pregunta del área secundaria de utilidad de las actividades de DPC

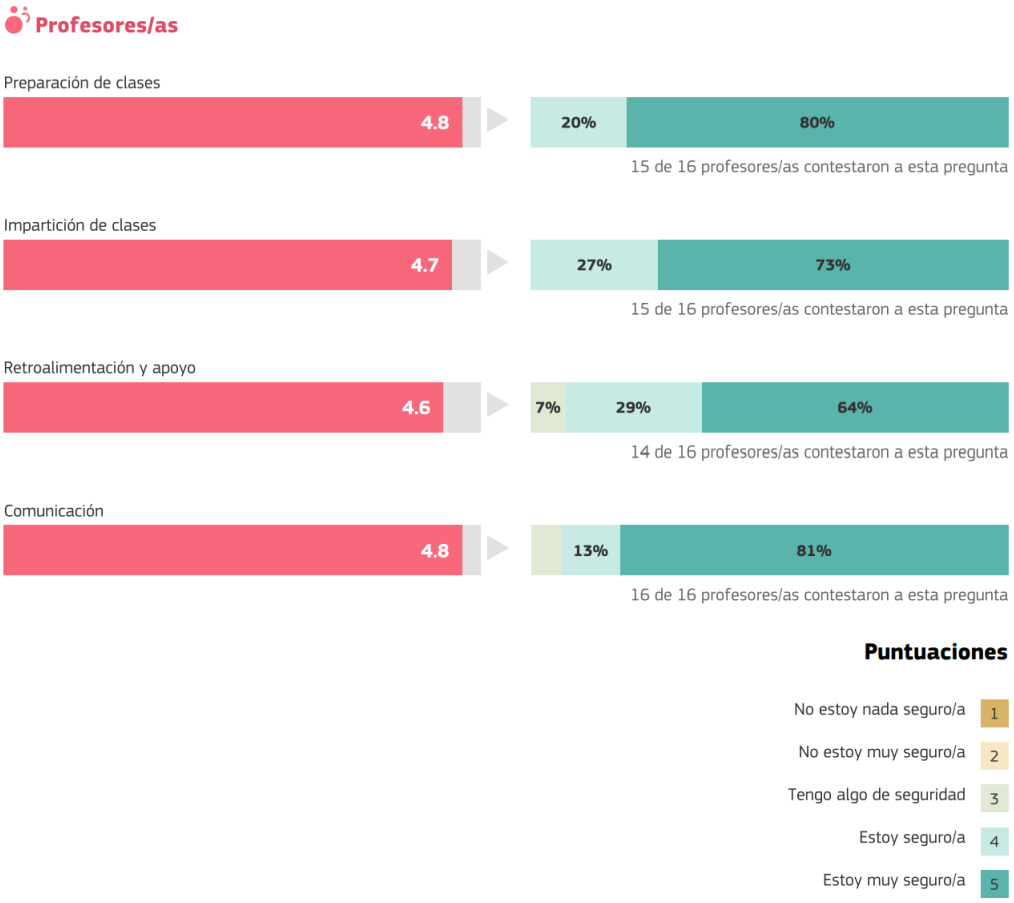




Seguridad en el manejo de la tecnología. La Figura 143 muestra la media en que el profesorado maneja con seguridad las tecnologías para realizar tareas como la preparación e impartición de clases, la retroalimentación y apoyo o la comunicación. El menor de los promedios de las opciones citadas es de 4,6 en evaluar o facilitar retroalimentación personalizada y apoyo al alumnado. Para impartir las clases utilizando diferentes dispositivos como pizarras interactivas y recursos como cuestionarios, mapas conceptuales o simulaciones en línea el promedio es de 4, 7 y tanto en la edición o creación de recursos digitales para preparar las clases como en la comunicación con el alumnado y sus familias el promedio es de 4,8.

Figura 143

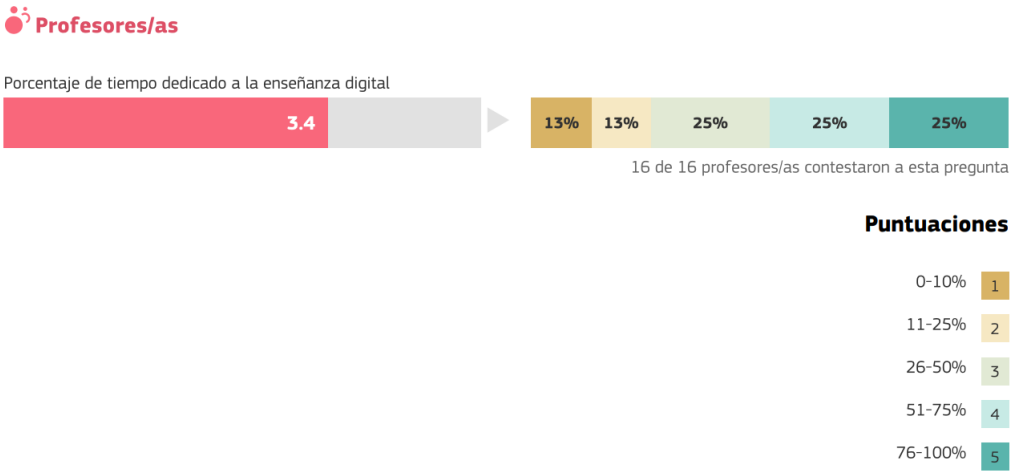
Media de las respuestas por pregunta del área secundaria de seguridad al utilizar la tecnología



Porcentaje de tiempo. La Figura 144 sobre el porcentaje de tiempo para enseñar utilizando tecnologías digitales, se refiere a los tres meses previos a la aplicación del cuestionario. El promedio global obtenido es de 3,4 y se destaca que el 50 % del profesorado superó el 50 % de porcentaje de tiempo de su práctica docente en el aula usando las tecnologías digitales, en concreto un 25 % del profesorado dedicaron entre 51 % y 75% de su tiempo y otro 25% del profesorado entre el 76 % y el 100 % del tiempo. Sin embargo, un 13 % del profesorado dedicó entre 0 y 10 % de su tiempo.

Figura 144

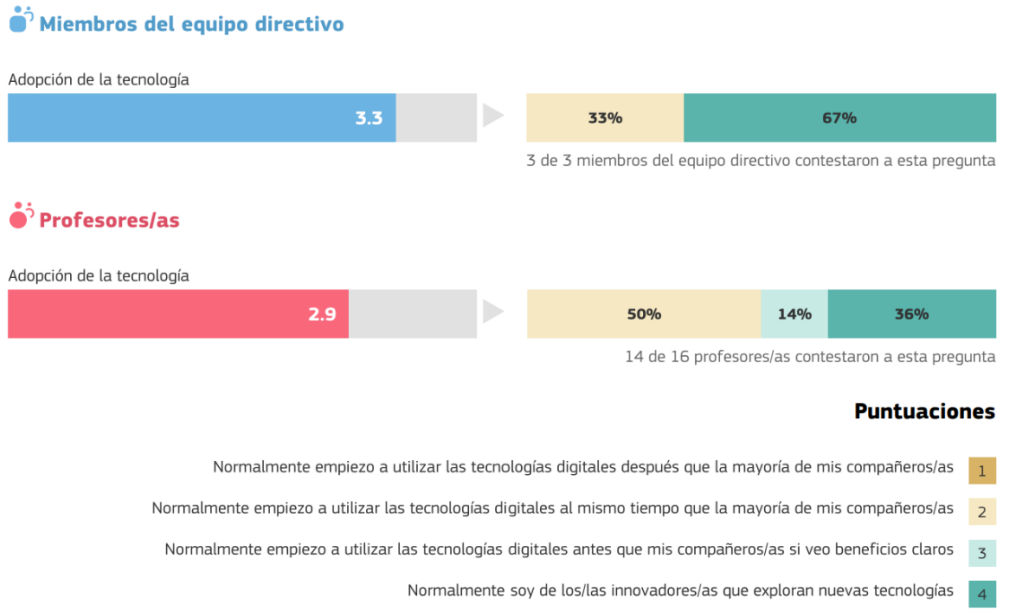
Media de las respuestas por pregunta del área secundaria de porcentaje de tiempo



Adopción de la tecnología. La Figura 145 relativa a la descripción del enfoque que aplican el profesorado y el equipo directivo en cuanto al uso de las tecnologías digitales para la docencia y el aprendizaje muestra que el 67 % del equipo directivo considera que normalmente es innovador y explora nuevas tecnologías y entre el profesorado este porcentaje es del 36 %. Además, el 50 % del profesorado considera que empieza a utilizar las tecnologías digitales al mismo tiempo que la mayoría de sus compañeros y compañeras y un 14 % las empieza a utilizar antes si ve beneficios claros.

Figura 145

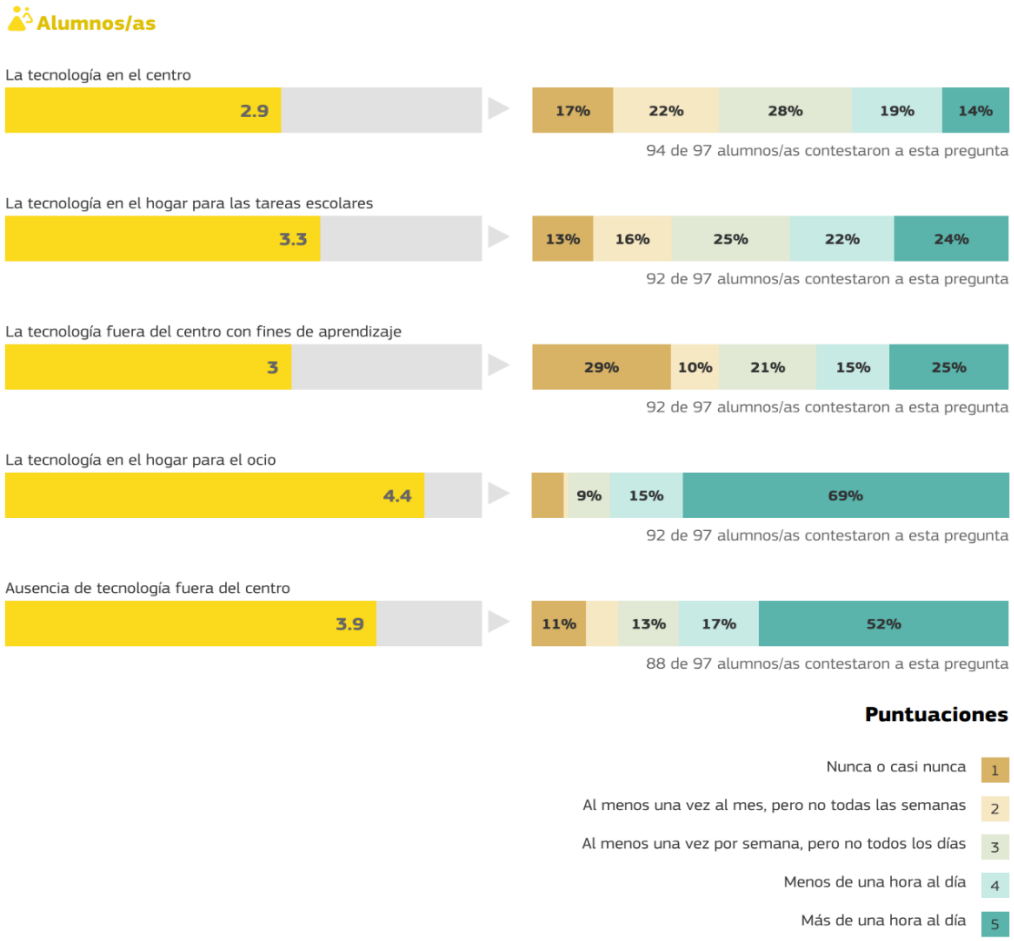
Media de las respuestas por pregunta del área secundaria de adopción de la tecnología



Uso de la tecnología. En la Figura 146 se puede apreciar cómo utiliza el alumnado las tecnologías dentro y fuera del centro educativo. El promedio de las respuestas más alto es de 4,4 y corresponde a la utilización de la tecnología en el hogar para el ocio con un 68 % de alumnado que señala hacerlo más de una hora al día. El promedio mínimo es de 2,9 para la tecnología en el centro educativo con un 17 % de alumnado que dice no utilizarla nunca o casi nunca frente al 33 % que dice hacerlo diariamente, repartido entre el 19 % que la utiliza menos de una hora al día y el 14 % más de una hora diaria. Entre el resto de alumnado, el 22 % utiliza la tecnología en el centro al menos una vez al mes, pero no todas las semanas y el 28 % lo hace al menos una vez por semana, pero no todos los días. También se destaca como el 29 % del alumnado nunca o casi nunca utiliza la tecnología fuera del centro con fines de aprendizaje.

Figura 146

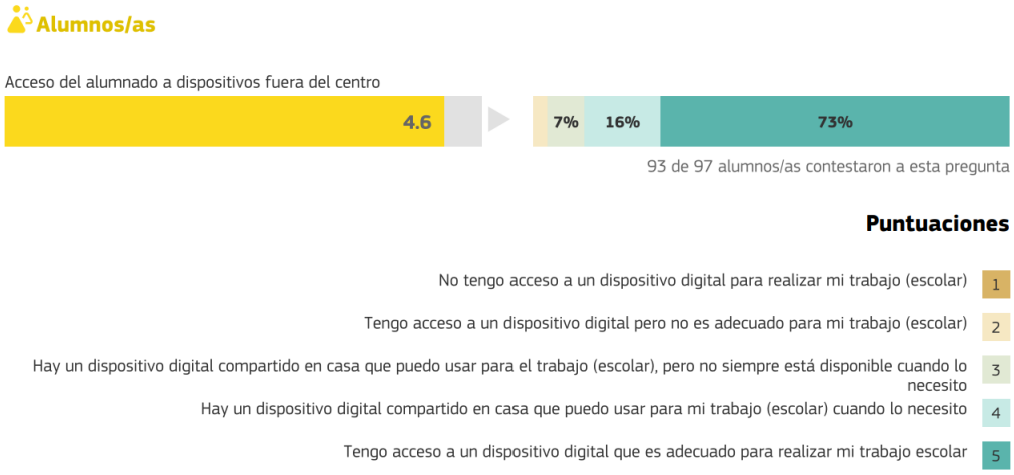
Media de las respuestas por pregunta del área secundaria de uso de la tecnología



Acceso del alumnado a dispositivos fuera del centro. En la Figura 147 puede apreciarse cómo el 73 % del alumnado tiene acceso a un dispositivo digital que es adecuado para realizar su trabajo escolar en casa y el 16 % puede usarlo cuando lo necesita, aunque sea compartido, el 7 % dispone en su casa de un dispositivo digital compartido, aunque no siempre está disponible cuando lo necesita y el resto, aunque tiene acceso en casa a un dispositivo digital no es adecuado para el trabajo escolar.

Figura 147

Media de las respuestas por pregunta del área secundaria de acceso del alumnado a dispositivos fuera del centro educativo



Conocimiento técnico del alumnado. En la Figura 148 aparecen afirmaciones relativas a las acciones que puede realizar el alumnado cuando las lecciones tienen lugar en su casa a través de tecnologías digitales. El 68 % asegura saber cómo usar el software sin ayuda, el 33 % dice que le han dado información sobre cómo debe usar los dispositivos digitales, el 29,9 % encuentra ayuda en internet y entre los que piden ayuda para usar el software, el 21,6 % lo hace a sus amistades, el 15,5 % a su familia y el 11,3 % a sus docentes o formadores. Además, el 18,6 % dice distraerse a menudo cuando usa dispositivos digitales para estudiar y a un 16,6 % le gustaría utilizar las tecnologías digitales para tener más contactos.

Figura 148

Media de las respuestas por pregunta del área secundaria de conocimiento técnico del alumnado



VI.4.3. Comparación de resultados del cuestionario SELFIE

Para la interpretación de resultados e identificación de las áreas y preguntas susceptibles de mejora, se estableció en el centro educativo un sistema de cinco zonas en las que se distribuyeron las diferentes áreas y preguntas dependiendo del valor medio obtenido en cada una de ellas (Tabla 73).

Tabla 73

Zonas de distribución de las diferentes áreas y preguntas

Zona	[Promedio mínimo, Promedio máximo]
Muy débil	[1, 1.4]
Débil	[1.5, 2.4]
Intermedia	[2.5, 3.5]
Fuerte	[3.6, 4.5]
Muy fuerte	[4.6, 5]

Análisis por áreas. El promedio de los valores medios obtenidos por cada grupo (equipo directivo, profesorado y alumnado) para cada área puede verse en la Tabla 74. Para el cálculo de los valores que aparecen se consideran sólo las preguntas comunes en los tres años de estudio para su posterior comparación y se unifica la clasificación de las áreas al ajustar las seis áreas de 2019-2020 a las ocho de los otros años académicos.

Tabla 74

Promedio de valores medios por área

	A	B	C	D	E	F	G	H
2019-2020	4,6	3,9	4,4	4,6	4,5	3,8	3,4	4,0
2021-2022	4,9	4,1	4,6	4,8	4,6	4,0	3,7	4,0
2023-2024	4,5	4,0	4,3	4,4	4,3	4,0	3,7	4,1

Nota. El código A se refiere al área de Liderazgo, el B a Colaboración y redes, el C a Infraestructura y equipos, el D a Desarrollo Profesional Continuo, el E a Pedagogía: Apoyos y

recursos, el F a Pedagogía: Implementación en el aula, el G a Prácticas de evaluación, el H a Competencias digitales del alumnado.

Se unifica la clasificación de las áreas para los tres años académicos.

Teniendo en cuenta el sistema de distribución de los resultados en las cinco zonas anteriormente expuestas en la Tabla 73, en el año académico 2019-2020 los promedios se sitúan mayoritariamente en la zona fuerte para las áreas de Colaboración y redes (B), Infraestructura y equipos (C), Pedagogía: Apoyos y recursos (E), Pedagogía: Implementación en el aula (F) y Competencias digitales del alumnado (H) y se destacan las áreas de Liderazgo (A) y Desarrollo Profesional Continuo (D) en la zona muy fuerte y el área de Prácticas de evaluación en la zona intermedia. En 2021-2022, todas las áreas se encuentran en la zona fuerte o muy fuerte y se destacan en esta última las áreas de Liderazgo (A) y Desarrollo Profesional Continuo (D) como en la anterior aplicación del cuestionario SELFIE e incorporándose a la zona muy fuerte otras dos áreas, la de Infraestructura y equipos (C) y la de Pedagogía: Apoyos y recursos (E). Por último, en el año académico 2023-2024, todas las áreas se sitúan en la zona fuerte y las de mayor promedio son de nuevo las áreas de Liderazgo (A) y de Desarrollo Profesional Continuo (D).

Los resultados de la Tabla 74 permiten identificar claramente las áreas en las que se han obtenido puntuaciones más bajas y altas a lo largo de los años de estudio. En el primer caso las Prácticas de evaluación (G) se revelan como una debilidad del centro educativo al obtenerse los resultados más bajos los tres años académicos en que se aplicó el cuestionario SELFIE, 3,4 en 2019-2020 y 3,7 en 2021-2022 y 2023-2024 al contrario que el área de liderazgo (A), en la que se obtienen las puntuaciones más altas 4,6; 4,9 y 4,5 respectivamente. Otra área que podría considerarse una fortaleza del centro es el Desarrollo Profesional Continuo (D) con un promedio de los valores medios obtenidos en cada grupo participante de 4,6; 4,8 y 4,4 en los sucesivos años académicos de aplicación.

En la Tabla 75 se hizo la media de las respuestas para cada área y perfil de los participantes (equipo directivo, profesorado y alumnado) considerando las preguntas comunes en los años de aplicación del cuestionario SELFIE y unificando la clasificación de las áreas.

Tabla 75

Media de las respuestas para cada área según el año académico y el perfil de los participantes

		A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	**G**	**H**
2019-2020	ED	4,8	4,2	4,8	4,7	4,7	4,3	3,8	4,5
	P	4,4	3,9	4,3	4,5	4,5	4,0	3,6	4,3
	A		2,6	3,5		3,5	3,2	2,7	3,2
2021-2022	ED	5,0	4,1	4,9	4,8	4,6	4,3	4,0	4,3
	P	4,7	4,3	4,6	4,7	4,7	4,3	3,8	4,4
	A		3,0	3,5		3,9	3,4	2,9	3,4
2023-2024	ED	4,7	4,1	4,5	4,6	4,3	4,3	3,8	4,5
	P	4,3	4,1	4,4	4,2	4,3	4,2	3,9	4,2
	A		3,2	3,7		4,1	3,5	3,3	3,6

Nota. El código A se refiere al área de Liderazgo, el B a Colaboración y redes, el C a Infraestructura y equipos, el D a Desarrollo Profesional Continuo, el E a Pedagogía: Apoyos y recursos, el F a Pedagogía: Implementación en el aula, el G a Prácticas de evaluación, el H a Competencias digitales del alumnado.

Se unifica la clasificación de las áreas para los tres años académicos.

ED, P y A indican los perfiles de los participantes: Equipo Directivo, Profesorado y Alumnado respectivamente.

Comparación SELFIE de 2019-2020 y de 2021-2022. La comparación de los resultados mostrados en la Tabla 75 revela que en 2021-2022 mejoraron los promedios respecto al año académico 2019-2020 en todas las áreas para el grupo de profesorado. También en el grupo del alumnado las puntuaciones fueron más altas en 2021-2022 salvo en el área de Infraestructura y equipos que se mantuvo con un promedio de 3,5. Sin embargo las

valoraciones del equipo directivo disminuyeron en las áreas de Colaboración y redes (B), Pedagogía: Apoyos y recursos (E) y Competencias digitales del alumnado (H), aunque los promedios en ambos años académicos se situaron en la zona fuerte en el caso de las áreas B y H y en la zona muy fuerte para el área E.

En cada área, las diferencias de los promedios entre el equipo directivo y el profesorado no son destacables. Mientras que en el año académico 2019-2020 los promedios de las respuestas son mayores en el equipo directivo y la máxima diferencia entre ambos grupos es de 0,5 puntos en el área de Infraestructuras y equipos (C), en 2021-2022 esas diferencias disminuyen en general y en las áreas de Colaboración y redes (B), Pedagogía: Apoyos y recursos (E) y Competencias digitales del alumnado (H) los promedios de las respuestas son mayores en el profesorado. Las diferencias entre el grupo del profesorado y del alumnado son más notables y siempre con puntuaciones más altas para el profesorado. Se obtiene en 2019-2020 una máxima diferencia de 1,3 puntos entre estos dos grupos en el área de Colaboración y redes (B), como también ocurre en 2021-2022. En otras áreas, también se alcanza o se supera el punto de diferencia entre los promedios obtenidos por el profesorado y por el alumnado. Esto ocurre en 2019-2020 en las áreas de Pedagogía: Apoyos y recursos (E) y Competencias digitales del alumnado (H) con diferencias de 1 y 1,1 puntos respectivamente y en 2021-2022, en las áreas de Infraestructura y equipos (C) y de nuevo el área de Competencias digitales del alumnado (H) con diferencias de 1,2 y 1 punto respectivamente.

Comparación SELFIE de 2021-2022 y de 2023-2024. Las puntuaciones medias en cada área empeoran para los grupos del equipo directivo y del profesorado en el año académico 2023-2024 respecto del 2021-2022 salvo en las áreas de Colaboración y redes (B) y de Pedagogía: Implementación en el aula (F) que se mantienen con puntuaciones respectivas de 4,1 y 4,3 y el área de Competencias digitales del alumnado que mejora de 4.3 de promedio en 2021-2022 a 4,5 en 2023-2024 para el grupo del equipo directivo y el área de Prácticas de

evaluación (G) que mejora, pasando de 3,8 a 3,9 de promedio en el grupo del profesorado. A pesar de que el balance general en estos dos grupos es peor en 2023-2024 que en 2021-2022, los resultados obtenidos se sitúan en la zona fuerte y muy fuerte.

En el caso del grupo del alumnado, los promedios de todas las áreas mejoran en 2023-2024 y se pasa de cinco áreas (B, C, F, G y H) de las seis en las que participa el alumnado con puntuaciones situadas en la zona intermedia en 2021-2022 a tres áreas (B, F y G) en la zona intermedia que comprende promedios desde 2,5 a 3,5, ambos incluidos. Se destaca que los promedios obtenidos por el grupo del alumnado en todas las áreas son inferiores a los obtenidos por los otros grupos participantes.

En cuanto a las diferencias de los promedios entre grupos, mientras que entre el equipo directivo y el profesorado se mantiene en 2023-2024 para el área de Liderazgo la diferencia máxima de 0,4 puntos obtenida en 2021-2022 y aumenta la diferencia en el área de Desarrollo profesional Continuo pasando de 0,1 puntos en 2021-2022 a 0,4 puntos en 2023-2024; entre el grupo del profesorado y del alumnado disminuyen en 2023-2024 las diferencias en todas las áreas y se obtiene la máxima diferencia de 0,9 puntos en el área de Colaboración y redes (B) y la mínima de 0,2 puntos en el área de pedagogía: apoyos y recursos (E).

El análisis por preguntas y perfiles permite estudiar con mayor profundidad las diferencias entre los puntos de vista de los tres grupos participantes.

Análisis por pregunta. En la Tabla 76 figuran las medias de las respuestas de cada pregunta del cuestionario asociadas a cada área principal para cada año de aplicación considerando a todos los participantes.

Tabla 76

Media de las respuestas para cada pregunta y año académico

Código	Nombre de la pregunta	2019-2020	2021-2022	2023-2024
A1A1A1	Estrategia digital	4,5	4,7	4,4

Código	Nombre de la pregunta	2019-2020	2021-2022	2023-2024
A2A2A2	Desarrollo de la estrategia con el profesorado	4,8	4,9	4,6
A3A3A3	Nuevas modalidades de enseñanza	4,4	5,0	4,6
A4B1B1	Evaluación del progreso	4,2	4,2	4,0
A5B2B2	Debate sobre el uso de la tecnología	3,5	3,7	3,8
A6B3B3	Colaboraciones	4,1	4,3	4,0
B1C1C1	Infraestructura	4,5	4,8	4,3
B2C2C2	Dispositivos digitales para la enseñanza	4,8	5,0	4,6
B3C3C3	Acceso a internet	3,5	4,4	4,3
B4C5C5	Asistencia técnica	4,3	4,0	3,9
B5C7C7	Protección de datos	4,5	4,7	4,2
B6C8C8	Dispositivos digitales para el aprendizaje	4,5	4,5	4,4
C1D1D1	Necesidades de DPC	4,6	4,8	4,3
C2D2D2	Participación en el DPC	4,7	4,9	4,6
C3D3D3	Intercambio de experiencias	4,6	4,5	4,2
D1E1E1	Recursos educativos en línea	4,8	4,8	4,3
D2E2E2	Creación de recursos digitales	4,6	4,4	4,3
D3E3E3	Empleo de entornos virtuales de aprendizaje	4,2	4,4	4,1
D4E4E4	Comunicación con la comunidad educativa	4,6	4,8	4,6
D6F1F1	Adaptación a las necesidades del alumnado	3,7	4,1	4,0
D7F3F3	Fomento de la creatividad	4,0	4,0	4,0
D8F4F4	Inclusión del alumnado	4,1	4,2	4,0
D9F5F5	Colaboración del alumnado	3,7	4,0	4,2
D10F6F6	Proyectos interdisciplinares	3,7	3,6	3,8
E2G1G1	Evaluación de las capacidades	3,8	4,0	4,0

Código	Nombre de la pregunta	2019-2020	2021-2022	2023-2024
E3G3G3	Retroalimentación adecuada	3,5	3,7	3,8
E4G5G5	Autorreflexión sobre el aprendizaje	3,3	3,5	3,8
E5G6G6	Comentarios a otros/as alumnos/as sobre su trabajo	3,2	3,4	3,3
F1H10H10	Habilidades digitales para diferentes materias	3,9	4,0	4,3
F2H1H1	Comportamiento seguro	4,2	4,0	4,3
F3H3H3	Comportamiento responsable	4,2	4,0	4,1
F4H4H4	Verificar la calidad de la información	3,9	3,8	4,0
F5H6H6	Otorgar reconocimiento al trabajo de los demás	3,7	3,8	3,7
F6H7H7	Creación de contenidos digitales	4,0	4,1	4,1
F7H8H8	Aprender a comunicarse	4,3	4,3	4,2

Nota. En la tabla aparecen las preguntas comunes en los tres años académicos de aplicación del cuestionario SELFIE.

La primera letra del código representa el área al que corresponde la pregunta según la clasificación del año académico 2019-2020 y va acompañada del número de pregunta. les siguen las letras y números correspondientes a las clasificaciones de los años académicos 2021-2022 y 2023-2024 respectivamente.

En la Tabla 76 puede apreciarse como en los tres años con periodicidad bienal en que se aplicó el cuestionario SELFIE destacaron algunas cuestiones consideradas fortalezas del centro por su elevado promedio situado dentro de la zona muy fuerte que abarca puntuaciones incluidas en el intervalo [4,6, 5]. Estas preguntas son sobre el desarrollo de la estrategia digital del centro educativo haciendo partícipe al profesorado. la existencia de dispositivos digitales para la enseñanza. la participación del profesorado en el Desarrollo Profesional Continuo para la enseñanza y el aprendizaje con tecnologías digitales y el uso de las tecnologías digitales por parte del profesorado para la comunicación relacionada con el centro educativo.

La pregunta con menor promedio de respuestas de todos los grupos participantes en los tres años de estudio se refiere al uso de la tecnología para que el alumnado proporcione retroalimentación a otros estudiantes sobre su trabajo.

En otras preguntas va aumentando paulatinamente el promedio de las respuestas de forma que partiendo de la zona intermedia en 2019-2020 se termina en la zona fuerte en 2023-2024. este es el caso de la autorreflexión sobre el aprendizaje utilizando la tecnología con puntuaciones 3,3. 3,5 y 3,8. la retroalimentación oportuna proporcionada al alumnado con tecnologías digitales o el debate sobre el uso de la tecnología con puntuaciones 3,5, 3,7 y 3,8. El acceso a internet experimenta un mayor aumento desde el año académico 2019-2020 con promedio de 3,5 a 4,4 en 2021-2022 y también se produce una mejora en esos años en la prueba de nuevas formas de enseñar con tecnologías digitales que pasa de un promedio de 4,4 a 5.

Se han identificado mejoras en los promedios a lo largo de los años de estudio. pero también se han producido descensos de promedios de 0.5 puntos desde la zona muy fuerte en 2021-2022 hacia la zona fuerte en 2023-2024 como sucede con la búsqueda en línea de recursos educativos digitales para la enseñanza. la infraestructura que apoya la enseñanza y el aprendizaje con tecnologías digitales. la discusión entre equipo directivo y profesorado sobre las necesidades de DPC o la existencia de sistemas de protección de datos en el centro educativo.

Análisis por perfil. En la Tabla 77 figuran las medias de las respuestas de cada pregunta del cuestionario asociadas a cada área principal para cada año de aplicación y para cada uno de los tres perfiles de los participantes.

Tabla 77

Media de las respuestas para cada pregunta, año académico y perfil de los participantes

Código	Nombre de la pregunta	2019-2020			2021-2022			2023-2024		
		ED	P	A	ED	P	A	ED	P	A
A1A1A1	Estrategia digital	5	4,1	-	5	4,4	-	4,7	4,1	-

Código	Nombre de la pregunta	2019-2020			2021-2022			2023-2024		
		ED	P	A	ED	P	A	ED	P	A
A2A2A2	Desarrollo de la estrategia con el profesorado	5	4,6	-	5	4,8	-	4,7	4,5	-
A3A3A3	Nuevas modalidades de enseñanza	4,3	4,6	-	5	4,9	-	4,7	4,4	-
A4B1B1	Evaluación del progreso	4,3	4,1	-	4	4,3	-	4	4,1	-
A5B2B2	Debate sobre el uso de la tecnología	4	3,8	2,6	4	4,2	3	4,3	4	3,2
A6B3B3	Colaboraciones	4,3	3,9	-	4,3	4,3	-	4	4,1	-
B1C1C1	Infraestructura	4,7	4,2	-	5	4,5	-	4,3	4,3	-
B2C2C2	Dispositivos digitales para la enseñanza	5	4,6	-	5	4,9	-	4,7	4,5	-
B3C3C3	Acceso a internet	4	3,5	3,1	5	4,9	3,3	4,7	4,6	3,7
B4C5C5	Asistencia técnica	5	4,5	3,5	4,7	3,9	3,3	4,3	3,8	3,7
B5C7C7	Protección de datos	5	4,1	-	4,7	4,7	-	4	4,3	-
B6C8C8	Dispositivos digitales para el aprendizaje	5	4,6	4	5	4,8	3,8	4,7	4,7	3,8
C1D1D1	Necesidades de DPC	4,7	4,4	-	5	4,7	-	4,7	4	-
C2D2D2	Participación en el DPC	4,7	4,6	-	5	4,8	-	4,7	4,4	-
C3D3D3	Intercambio de experiencias	4,7	4,5	-	4,3	4,7	-	4,3	4,1	-
D1E1E1	Recursos educativos en línea	4,7	4,8	-	4,7	4,9	-	4,3	4,4	-
D2E2E2	Creación de recursos digitales	4,7	4,4	-	4,3	4,6	-	4,3	4,3	-
D3E3E3	Empleo de entornos virtuales de aprendizaje	4,7	4,4	3,5	4,7	4,5	3,9	4	4,1	4,1
D4E4E4	Comunicación con la comunidad educativa	4,7	4,5	-	4,7	4,9	-	4,7	4,5	-
D6F1F1	Adaptación a las necesidades del alumnado	4	3,8	3,2	4,3	4,6	3,4	4	4,3	3,7
D7F3F3	Fomento de la creatividad	4,7	4,3	3,1	4	4,5	3,5	4,3	4,3	3,5
D8F4F4	Inclusión del alumnado	4,7	4,2	3,5	4,7	4,4	3,5	4,3	4,1	3,5
D9F5F5	Colaboración del alumnado	4	3,8	3,3	4,3	4,2	3,4	4,7	4,3	3,6
D10F6F6	Proyectos interdisciplinares	4,3	3,8	2,9	4	3,8	3,1	4	4	3,4
E2G1G1	Evaluación de las capacidades	3,7	3,9	-	4	4	-	4	3,9	-

Código	Nombre de la pregunta	2019-2020			2021-2022			2023-2024		
		ED	P	A	ED	P	A	ED	P	A
E3G3G3	Retroalimentación adecuada	4	3,6	2,8	4	4,1	3	4	4,1	3,3
E4G5G5	Autorreflexión sobre el aprendizaje	3,7	3,4	2,7	4	3,8	2,8	4	3,9	3,4
E5G6G6	Comentarios a otros/as alumnos/as sobre su trabajo	3,7	3,4	2,6	4	3,4	2,9	3,3	3,5	3,1
F1H10H10	Habilidades digitales para diferentes materias	4,7	4,1	3	4,3	4,3	3,4	5	4,4	3,4
F2H1H1	Comportamiento seguro	4,7	4,4	3,4	4,3	4,3	3,4	5	4,3	3,7
F3H3H3	Comportamiento responsable	4,7	4,4	3,4	4,3	4,3	3,5	4,3	4,3	3,8
F4H4H4	Verificar la calidad de la información	4	4,3	3,3	4	4,1	3,3	4,3	4	3,6
F5H6H6	Otorgar reconocimiento al trabajo de los demás	4	4,1	2,9	4	4,1	3,4	3,7	3,9	3,4
F6H7H7	Creación de contenidos digitales	4,7	4,2	3,1	4,3	4,7	3,3	4,3	4,3	3,6
F7H8H8	Aprender a comunicarse	5	4,7	3,1	4,7	4,9	3,4	4,7	4,4	3,4

Nota. En la tabla aparecen las preguntas comunes en los tres años académicos de aplicación del cuestionario SELFIE.

ED. P y A indican los perfiles de los participantes: Equipo Directivo. Profesorado y Alumnado respectivamente

El símbolo – indica que la pregunta no se aplica

La primera letra del código representa el área al que corresponde la pregunta según la clasificación del año académico 2019-2020 y va acompañada del número de pregunta. les siguen las letras y números correspondientes a las clasificaciones de los años académicos 2021-2022 y 2023-2024 respectivamente.

Perfil de Equipo Directivo. Como se puede apreciar en la Tabla 77, los promedios de todas las preguntas comparables en los tres años académicos de aplicación del cuestionario SELFIE para el grupo del equipo directivo se sitúan en las zonas consideradas como fuertes [3.6, 4.5] y muy fuertes [4.6, 5] salvo para 2023-2024 donde la cuestión sobre el uso de la tecnología por parte del alumnado para realizar observaciones sobre el trabajo de sus

compañeros. tuvo un promedio en el equipo directivo de 3,3 que se sitúa en la zona intermedia. En 2021-2022 se resaltan las preguntas como el acceso a internet cuyo promedio mejoró de 4 a 5 puntos respecto del año académico 2019-2020 y la cuestión sobre el apoyo del equipo directivo al profesorado para probar nuevas formas de enseñanza con tecnologías digitales cuyo promedio aumentó 0,7 puntos hasta alcanzar el máximo valor de 5 en 2021-2022. En cuanto a la pregunta que empeora en mayor medida en 2021-2022 respecto a 2019-2020 está el fomento de la creatividad del alumnado con tecnologías digitales que pasa de un promedio de 4,7 a 4. En 2023-2024 se destacan como preguntas que han mejorado en mayor medida desde 2021-2022 el aprendizaje del alumnado para actuar de manera segura en internet y el desarrollo de habilidades digitales en el alumnado en diferentes asignaturas que pasan de un promedio de 4,3 a 5. Sin embargo. otras empeoran hasta un máximo de 0,7 puntos. pasando de un promedio de 5 a 4,3 en el caso del respaldo de la infraestructura digital a la enseñanza. de 4,7 a 4 en las preguntas relacionadas con la protección de datos y el empleo de entornos virtuales de aprendizaje y de 4 a 3,3 en la relacionada con los comentarios del alumnado a otros compañeros sobre su trabajo.

Perfil de Profesorado. Como se aprecia en la Tabla 77, los promedios obtenidos por el grupo de profesorado se sitúan mayoritariamente en la zona fuerte (entre 3,6 y 4,5) en los tres años de análisis y se destaca el año 2021-2022 por concentrar mayor número de promedios en la zona muy fuerte en comparación con los otros dos años. En 2019-2020 las preguntas con promedios situados en la zona intermedia fueron tres. el acceso a internet con puntuación media de 3,5 entre el profesorado y el uso de las tecnologías digitales para la autorreflexión del alumnado sobre su aprendizaje y también para comentar el trabajo de otros compañeros con promedio en ambas cuestiones de 3,4. Esta última cuestión relacionada con la coevaluación se mantiene con ese promedio en 2021-2022 y aumenta ligeramente hasta 3,5 en 2023-2024

siendo la única pregunta que se mantiene en la zona intermedia los tres años de estudio para el grupo de profesorado.

Entre el año 2019-2020 y el 2021-2022 se produce el mayor aumento de 1,4 puntos en el promedio de respuestas del profesorado a la pregunta sobre el acceso a internet. pasando de un valor de 3,5 a 4,9. Otro promedio que aumenta hasta 0,8 puntos en 2021-2022 partiendo de un valor de 3,8 en 2019-2020 es el uso de la tecnología para adaptar la enseñanza a las necesidades individuales del alumnado. Sin embargo, entre estos dos años también se produce un descenso máximo de 0,6 puntos en el promedio referido a la cuestión sobre la disponibilidad de soporte técnico cuando se producen problemas con la tecnología pasando de 4,5 puntos en 2019-2020 a 3,9 en 2021-2022.

En el año académico 2023-2024. se produce un descenso global en los promedios. respecto del curso 2021-2022, los más destacados son sobre las necesidades de Desarrollo Profesional Continuo del profesorado que pasa de un promedio de 4,7 a 4 y el intercambio de experiencias sobre la enseñanza con tecnologías digitales que pasa de 4,7 a 4,1. No obstante, en ambos casos el descenso no es significativo al pasar de la zona muy fuerte a la fuerte. En cuanto a los aumentos en los promedios, el máximo se produce en la participación del alumnado en proyectos interdisciplinares utilizando tecnologías digitales con un valor medio en las respuestas del profesorado de 3,8 en 2021-2022 y de 4 en 2023-2024.

Perfil de Alumnado. En la Tabla 77 puede apreciarse cómo los promedios de las veinte preguntas comparables en los tres años en los que se aplicó el cuestionario SELFIE. pertenecientes a las áreas principales estudiadas y que fueron contestadas por el alumnado van mejorando paulatinamente, de forma que en 2019-2020, 19 de las 20 preguntas tenían promedios en la zona intermedia con valor mínimo de 2,6 en las preguntas relativas al debate sobre el uso de la tecnología y a los comentarios entre el alumnado sobre su trabajo; el promedio máximo de las respuestas dadas por el alumnado se obtiene en la pregunta sobre la

existencia en el centro educativo de dispositivos digitales para el aprendizaje. Este promedio es de 4 puntos y se sitúa en la zona fuerte, manteniéndose en esta zona en 2021-2022 y en 2023-2024.

En el año académico 2021-2022 fueron dos los promedios situados en la zona fuerte, sumándose a la existencia de dispositivos digitales para el aprendizaje con promedio 3,8. El empleo de entornos virtuales de aprendizaje con valor medio 3.9. El resto de los promedios continúan en la zona intermedia. obteniéndose el mínimo de 2.8 en la autorreflexión sobre el aprendizaje. La situación cambia en 2023-2024, donde el 50 % de los promedios de las respuestas a las preguntas comparables se sitúan en la zona fuerte y el otro 50 % en la zona intermedia. Por una parte, el valor medio mínimo vuelve a coincidir como en 2019-2020 con la cuestión sobre la realización de observaciones por parte del alumnado a sus compañeros sobre el trabajo de estos. obteniéndose en esta ocasión un promedio de 3,1 y, por otra parte, el promedio máximo de 4,1 se obtiene en 2023-2024 para el empleo de entornos virtuales de aprendizaje.

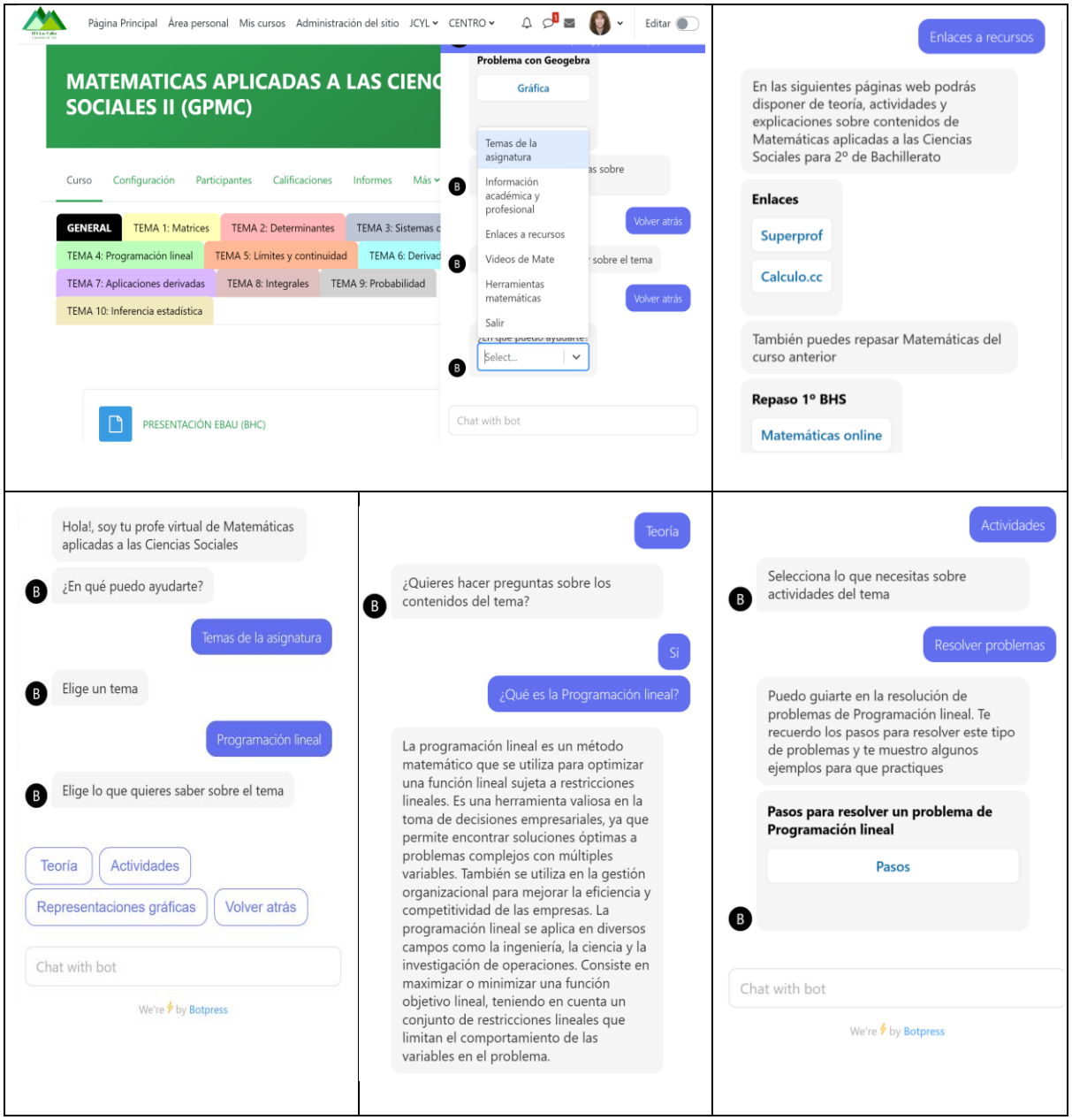
La mejora más destacada en 2021-2022 respecto de 2019-2020 se produjo en el promedio relativo a otorgar reconocimiento al trabajo de los demás que se incrementó 0,5 puntos, pasando de 2,9 a 3,4 puntos. Los descensos en los promedios sólo se produjeron para las preguntas sobre la asistencia técnica y los dispositivos digitales para el aprendizaje, pasando en el primer caso de un promedio de 3,5 en 2019-2020 a 3,3 en 2021-2022 y en el otro caso de un promedio de 4 a 3,8. Sin embargo, en el año académico 2023-2024, respecto del 2021-2022 todos los promedios aumentaron y en mayor medida el relativo a la autorreflexión del alumnado sobre su aprendizaje que pasó de un valor medio de 2,8 a 3,4.

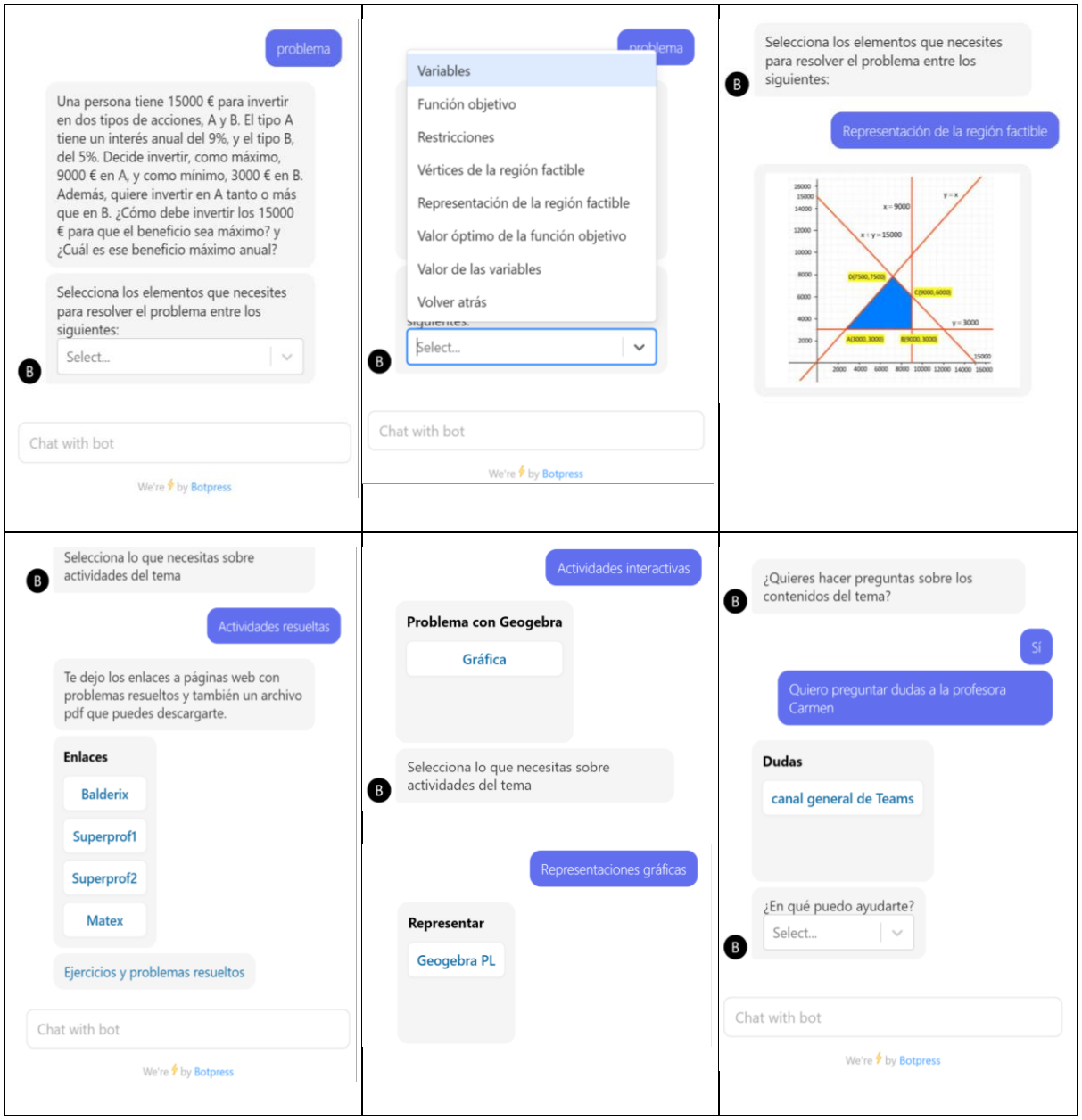
VI.4.4. Interacción con el chatbot

Interacción con el chatbot en el aula virtual. En la Figura 149 se muestra un ejemplo de interacción con el chatbot desarrollado con Botpress.

Figura 149

Capturas de pantalla de la interacción con el chatbot integrado en el aula virtual Moodle





Nota. Capturas de pantalla realizadas en el aula virtual Moodle de Matemáticas aplicadas a las Ciencias Sociales II del IES Los Valles.

Interacción de la docente con ChatGPT. El mismo problema de programación lineal propuesto al alumnado que cursa Matemáticas aplicadas a las Ciencias Sociales en el IES Los Valles se plantea al ChatGPT versión 3.5 y a la versión 4o. Se analiza la interacción de la profesora de Matemáticas con el ChatGPT. que puede verse al completo en el Anexo G.

ChatGPT Versión 3.5. Se plantean las siguientes preguntas a la versión 3.5 del ChatGPT:

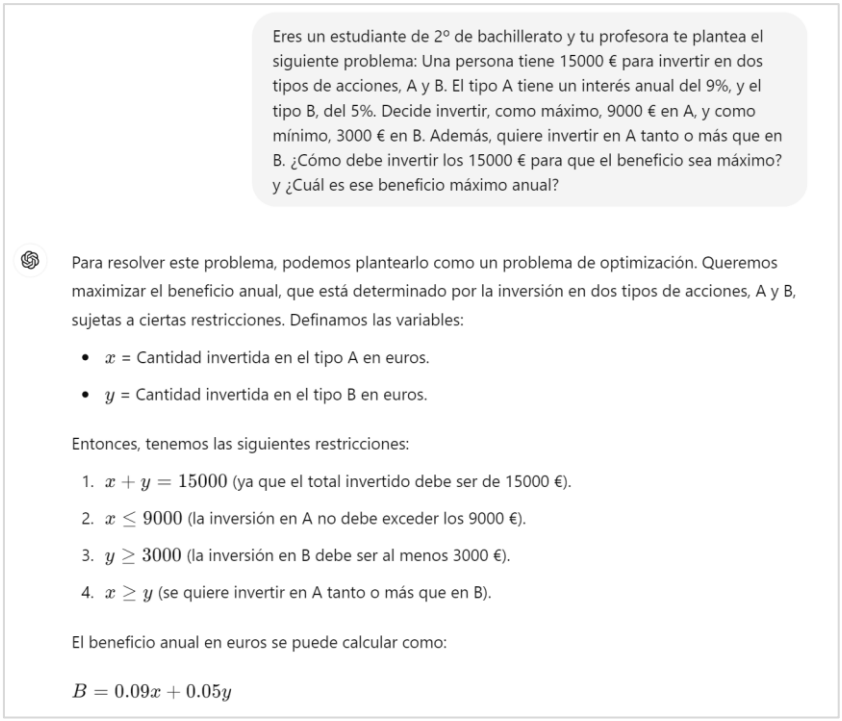
- Q1: Eres un estudiante de 2º de bachillerato y tu profesora te plantea el siguiente problema: Una persona tiene 15000 € para invertir en dos tipos de acciones. A y B. El tipo A tiene un interés anual del 9%. y el tipo B. del 5%. Decide invertir. como máximo. 9000 € en A. y como mínimo. 3000 € en B. Además. quiere invertir en A tanto o más que en B. ¿Cómo debe invertir los 15000 € para que el beneficio sea máximo? y ¿Cuál es ese beneficio máximo anual?
- Q2: ¿Cuáles son las variables del problema anterior?
- Q3: Función objetivo
- Q4: Restricciones
- Q5: Región factible
- Q6: Representa la región factible
- Q7: Vértices de la región factible
- Q8: Valor máximo de la función objetivo
- Q9: Resuelve el problema con métodos de programación lineal
- Q10: Las soluciones anteriores no coinciden con las obtenidas con este enfoque. ¿Cuáles son las correctas?
- Q11: Representa ahora la región factible
- Q12: Calcula ahora los vértices de la región factible
- Q13: Esa respuesta no coincide con los vértices que yo he obtenido. tengo en total cuatro vértices de la región factible. dos de ellos coinciden con los anteriores y los otros dos son: (3000. 3000) y (7500. 7500). ¿Qué sucede?
- Q14: ¿Cuál es la solución del problema?

La primera pregunta al ChatGPT es sobre el mismo problema que la profesora de Matemáticas ha propuesto al alumnado de 2º de Bachillerato en la materia de Matemáticas aplicadas a las Ciencias Sociales II para que resuelvan con la ayuda del chatbot configurado en

la plataforma Dialogflow e integrado en la aplicación móvil de mensajería instantánea Telegram. En la pregunta se pone al ChatGPT en situación para que se identifique con un estudiante de 2º de Bachillerato (Figura 150).

Figura 150

Planteamiento contextualizado de un problema a la versión 3.5 de ChatGPT



Nota. Captura de pantalla de una interacción con el modelo de lenguaje GPT-3.5 en la plataforma ChatGPT (OpenAI, 2023).

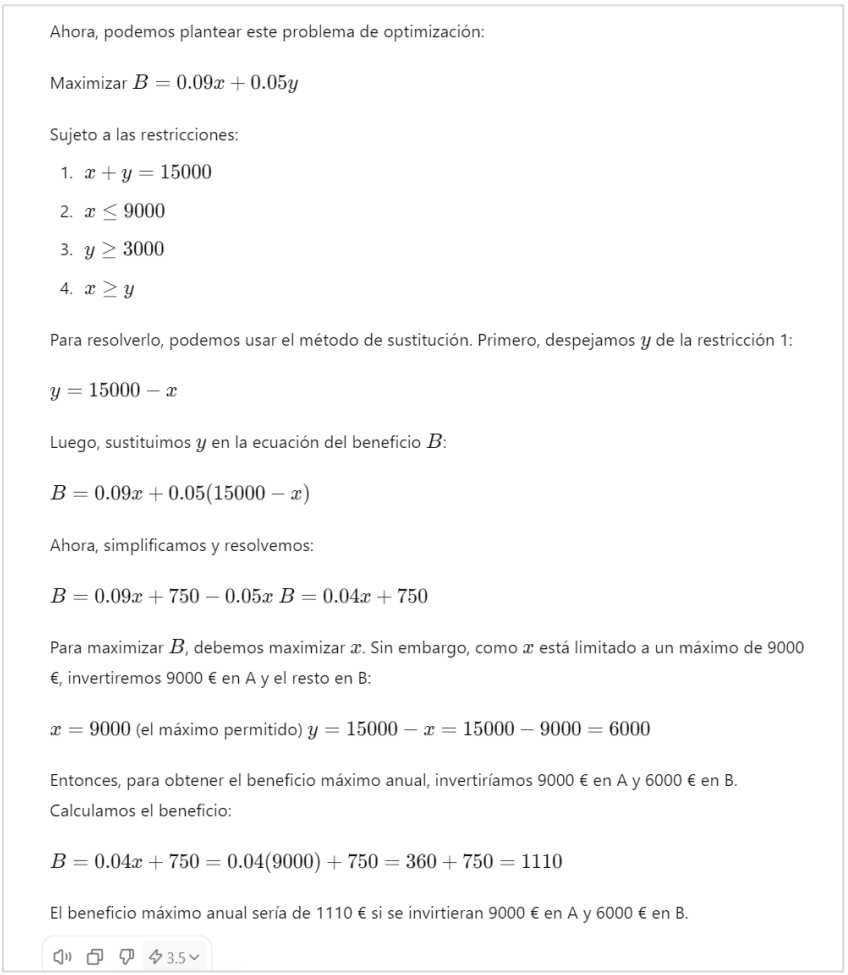
ChatGPT plantea el problema como un problema de optimización que busca encontrar el valor mínimo o máximo, en este caso, de una función objetivo sujeta a un conjunto de restricciones. La linealidad tanto de la función como de las restricciones lleva a la denominación más concreta de problema de programación lineal. Los primeros pasos modelizan el problema, lo que implica representar de manera matemática el problema contextualizado en el mundo real con el objetivo de analizarlo, entenderlo y resolverlo. El proceso de modelización convierte los elementos y relaciones del problema en un modelo formal que puede ser estudiado y manipulado de manera sistemática. Los primeros pasos de la

formulación del modelo matemático extraen la información del enunciado para definir los elementos básicos del problema: variables. restricciones y función objetivo. como se muestra en la Figura 150.

En la Figura 151puede verse como ChatGPT argumenta y detalla los pasos seguidos para resolver el problema de forma razonada y lógica.

Figura 151

Resolución de ChatGPT como problema de optimización



Ahora, podemos plantear este problema de optimización:

Maximizar $B = 0.09x + 0.05y$

Sujeto a las restricciones:

1. $x + y = 15000$
2. $x \leq 9000$
3. $y \geq 3000$
4. $x \geq y$

Para resolverlo, podemos usar el método de sustitución. Primero, despejamos y de la restricción 1:

$y = 15000 - x$

Luego, sustituimos y en la ecuación del beneficio B:

$B = 0.09x + 0.05(15000 - x)$

Ahora, simplificamos y resolvemos:

$B = 0.09x + 750 - 0.05x\ B = 0.04x + 750$

Para maximizar B, debemos maximizar x. Sin embargo, como x está limitado a un máximo de 9000 €, invertiremos 9000 € en A y el resto en B:

$x = 9000$ (el máximo permitido) $y = 15000 - x = 15000 - 9000 = 6000$

Entonces, para obtener el beneficio máximo anual, invertiríamos 9000 € en A y 6000 € en B. Calculamos el beneficio:

$B = 0.04x + 750 = 0.04(9000) + 750 = 360 + 750 = 1110$

El beneficio máximo anual sería de 1110 € si se invirtieran 9000 € en A y 6000 € en B.

3.5

Nota. Captura de pantalla de una interacción con el modelo de lenguaje GPT-3.5 en la plataforma ChatGPT (OpenAI, 2023).

Con las siguientes preguntas desde Q2 a Q8 se pretendía ver las respuestas que ChatGPT daría a las dudas que podrían surgir al alumnado en el proceso de resolución. por lo

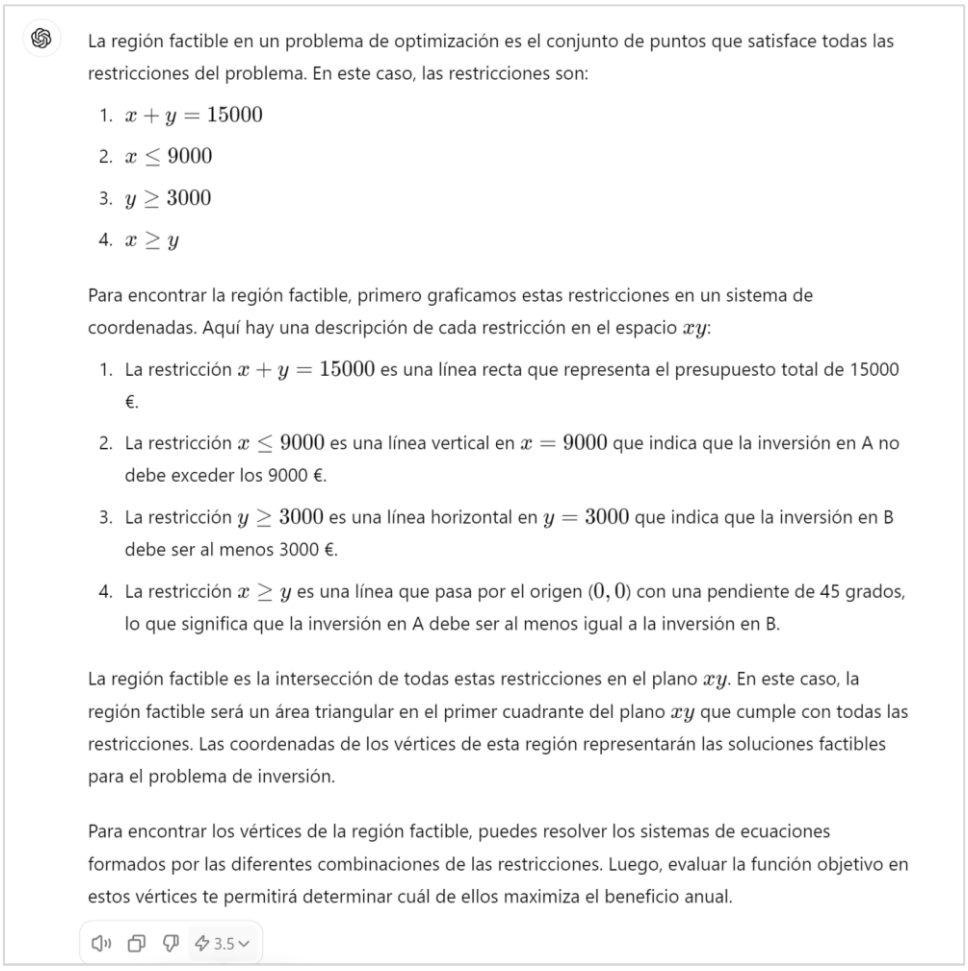
que se plantearon las mismas cuestiones que se configuraron en el chatbot de Dialogflow sobre variables. función objetivo. restricciones. región factible. representación y vértices de la región factible y valor máximo de la función objetivo. En ese caso. las respuestas se configuraron teniendo en cuenta el planteamiento y la resolución que aparece en el problema 11 de la página web:https://calculo.cc/temas/temas_algebra/prog-lineal/problemas/p-proglineal.html (Anexo G).

Las respuestas de ChatGPT pueden verse en el Anexo G y van acompañadas de explicaciones detalladas que facilitan la comprensión del problema.

La respuesta de ChatGPT a la pregunta Q5 sobre la región factible (Figura 152) no es tan precisa como cabría esperar dadas las anteriores respuestas.

Figura 152

Respuesta de ChatGPT a la pregunta sobre región factible



La región factible en un problema de optimización es el conjunto de puntos que satisface todas las restricciones del problema. En este caso, las restricciones son:

1. $x + y = 15000$
2. $x \leq 9000$
3. $y \geq 3000$
4. $x \geq y$

Para encontrar la región factible, primero graficamos estas restricciones en un sistema de coordenadas. Aquí hay una descripción de cada restricción en el espacio xy:

1. La restricción $x + y = 15000$ es una línea recta que representa el presupuesto total de 15000 €.
2. La restricción $x \leq 9000$ es una línea vertical en $x = 9000$ que indica que la inversión en A no debe exceder los 9000 €.
3. La restricción $y \geq 3000$ es una línea horizontal en $y = 3000$ que indica que la inversión en B debe ser al menos 3000 €.
4. La restricción $x \geq y$ es una línea que pasa por el origen $(0, 0)$ con una pendiente de 45 grados, lo que significa que la inversión en A debe ser al menos igual a la inversión en B.

La región factible es la intersección de todas estas restricciones en el plano xy. En este caso, la región factible será un área triangular en el primer cuadrante del plano xy que cumple con todas las restricciones. Las coordenadas de los vértices de esta región representarán las soluciones factibles para el problema de inversión.

Para encontrar los vértices de la región factible, puedes resolver los sistemas de ecuaciones formados por las diferentes combinaciones de las restricciones. Luego, evaluar la función objetivo en estos vértices te permitirá determinar cuál de ellos maximiza el beneficio anual.

3.5

Nota. Captura de pantalla de una interacción con el modelo de lenguaje GPT-3.5 en la plataforma ChatGPT (OpenAI, 2023).

La manera en que ChatGPT describe cada restricción en el plano XY no es precisa y puede conducir a que los estudiantes identifiquen de manera errónea la representación de inecuaciones como x≤9000. y≥3000. x≥y con líneas rectas cuando en realidad son semiplanos.

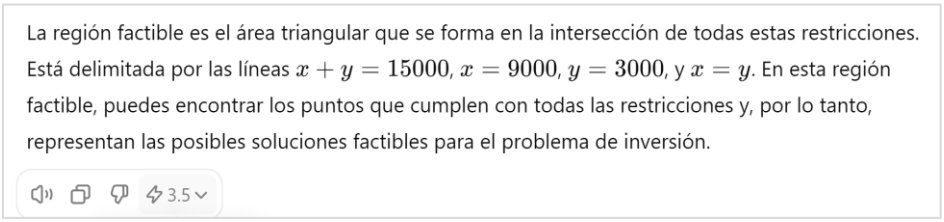
Aunque suponga una ayuda para el alumnado pues le indica los pasos a seguir. algunas afirmaciones como "Para encontrar los vértices de la región factible. puedes resolver los sistemas de ecuaciones formados por las diferentes combinaciones de las restricciones. Luego. evaluar la función objetivo en estos vértices te permitirá determinar cuál de ellos maximiza el beneficio anual". requieren aclaraciones adicionales para el alumnado. pues con el procedimiento indicado de resolver los sistemas de ecuaciones extraídos a partir de las diferentes combinaciones de las restricciones pueden obtenerse puntos en el plano que no cumplen todas las restricciones simultáneamente y que por lo tanto no son vértices de la región factible. Posteriormente se verá como ChatGPT llega a conclusiones falsas por no tener en cuenta este detalle. Faltaría pues detallar un paso intermedio entre la resolución de los diferentes sistemas de ecuaciones y la obtención del valor de la función objetivo en los puntos que resultan. Este paso sería la selección de los puntos obtenidos al resolver los sistemas de ecuaciones para tener en cuenta solamente los que cumpliesen todas las restricciones que serían los verdaderos vértices de la región factible.

En la pregunta Q6 sobre representar la región factible, ChatGPT indica el procedimiento a seguir y facilita un código con las instrucciones escritas en el lenguaje de programación Lua. Estas instrucciones se deben ejecutar en un entorno de Lua para visualizar de forma clara los gráficos, lo que puede suponer un inconveniente para el alumnado al no incorporar la gráfica

directamente y requerir conocimientos sobre Lua. En las explicaciones también se comenten errores al identificar la región factible como un área triangular (Figura153)

Figura 153

Explicación de ChatGPT sobre la región factible del problema

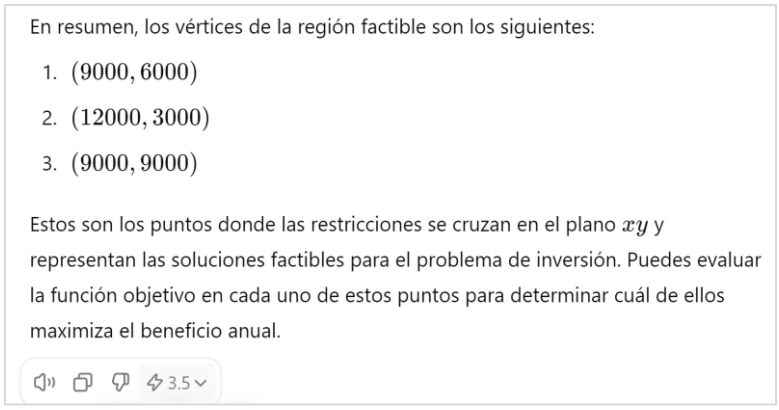


Nota. Captura de pantalla de una interacción con el modelo de lenguaje GPT-3.5 en la plataforma ChatGPT (OpenAI, 2023).

Al solicitar a ChatGPT los vértices de la región factible, obtiene tres puntos como intersección de tres parejas de rectas que extrae a partir de las restricciones. Resuelve sólo tres sistemas de ecuaciones, aunque existen más combinaciones para probar, y dos de los tres resultados que proporciona no son correctos pues no cumplen con todas las restricciones (vértices 2 y 3 de la Figura 154). También indica el siguiente procedimiento “Puedes evaluar la función objetivo en cada uno de estos puntos para determinar cuál de ellos maximiza el beneficio anual”. Sin embargo, para evitar errores, previamente se debería comprobar si los puntos obtenidos son realmente vértices de la región factible, lo que significa que tienen que cumplir todas las restricciones del problema.

Figura 154

Vértices de la región factible que calcula ChatGPT

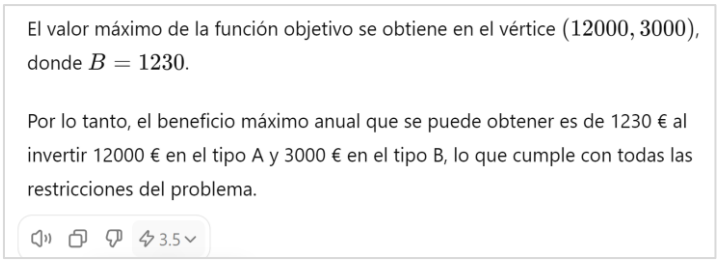


Nota. Captura de pantalla de una interacción con el modelo de lenguaje GPT-3.5 en la plataforma ChatGPT (OpenAI, 2023).

La pregunta Q8 sobre el valor máximo de la función objetivo, también es respondida de forma errónea puesto que el punto de partida de ChatGPT es la pregunta previa. Al sustituir cada supuesto vértice de la región factible en la función objetivo, encuentra que el valor máximo de la función se alcanza en uno de los puntos que no cumplía con todas las restricciones del problema. Ese punto es (12000, 3000) (Figura155) y en concreto la restricción que no se cumple es x≤9000.

Figura 155

Solución errónea encontrada por ChatGPT



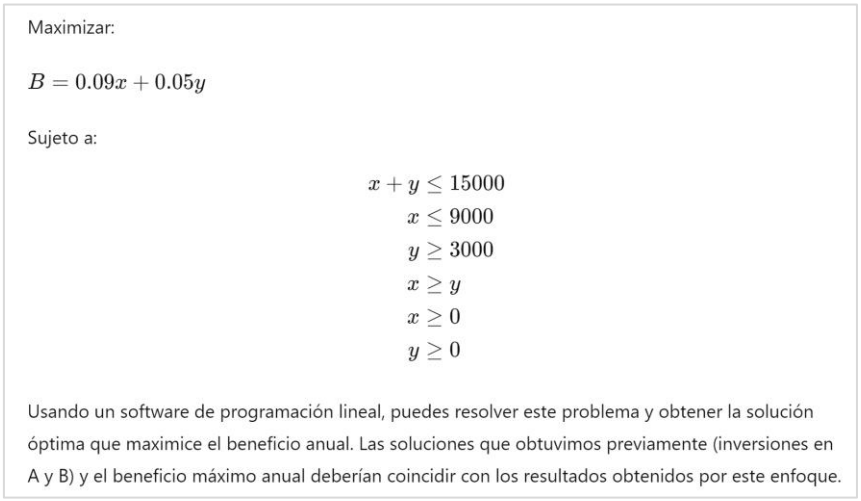
Nota. Captura de pantalla de una interacción con el modelo de lenguaje GPT-3.5 en la plataforma ChatGPT (OpenAI, 2023).

Ante este resultado, se pide a ChatGPT que resuelva el problema con métodos de programación lineal (pregunta Q9) y en la respuesta se proporcionan restricciones que no coinciden con el planteamiento del modelo matemático previo proporcionado por ChatGPT.

En concreto se modifica la restricción x+y=15000, cambiándola por x+y≤15000 y se añaden las restricciones x≥0, y≥0 (Figura 156). Estas últimas se desprenden del significado de las variables en un contexto real en el que las cantidades invertidas en acciones son positivas. Este nuevo planteamiento que propone ChatGPT para resolver el problema puede verse en la Figura 156, junto con la indicación de usar un software de programación lineal para resolverlo y la afirmación de que las soluciones que se encuentren deberían coincidir con las facilitadas previamente.

Figura 156

Nuevo planteamiento del problema de programación lineal


Maximizar:

$B = 0.09x + 0.05y$

Sujeto a:

$$\begin{aligned} x + y &\leq 15000 \\ x &\leq 9000 \\ y &\geq 3000 \\ x &\geq y \\ x &\geq 0 \\ y &\geq 0 \end{aligned}$$

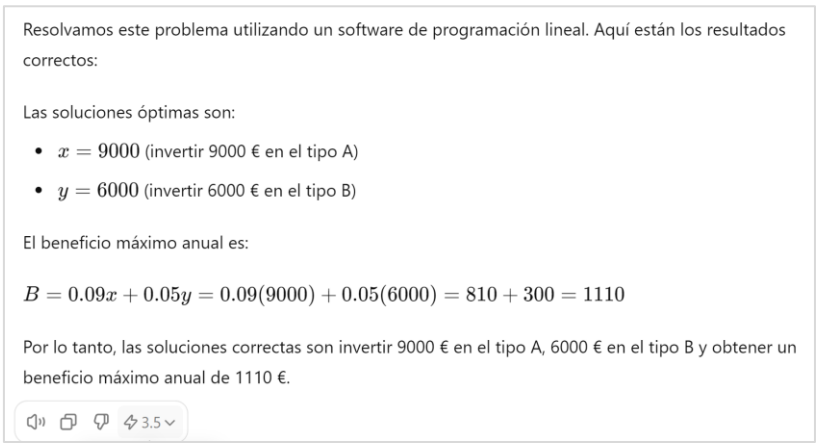
Usando un software de programación lineal, puedes resolver este problema y obtener la solución óptima que maximice el beneficio anual. Las soluciones que obtuvimos previamente (inversiones en A y B) y el beneficio máximo anual deberían coincidir con los resultados obtenidos por este enfoque.

Nota. Captura de pantalla de una interacción con el modelo de lenguaje GPT-3.5 en la plataforma ChatGPT (OpenAI, 2023).

Esta nueva modelización del problema coincide con la del problema 11 de la página web https://calculo.cc/temas/temas_algebra/prog-lineal/problemas/p-proglineal.html, pero la solución no es igual a la última facilitada por ChatGPT. En la pregunta Q10 la profesora menciona este hecho y requiere la solución correcta. ChatGPT. proporciona la solución correcta utilizando en esta ocasión un software sin identificar de programación lineal y sin detallar el procedimiento seguido para obtener la solución (Figura 157).

Figura 157

Resultados del problema de programación lineal

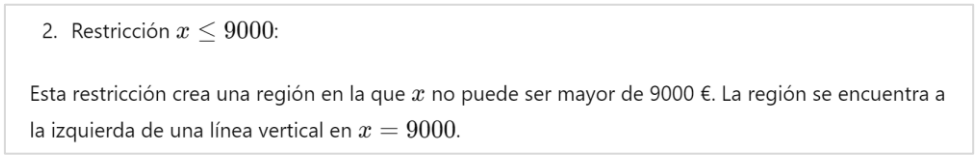


Nota. Captura de pantalla de una interacción con el modelo de lenguaje GPT-3.5 en la plataforma ChatGPT (OpenAI, 2023).

Tras aportar la solución correcta al problema. la profesora pide a ChatGPT detalles de la resolución referidos a la representación de la región factible (Q11) y al cálculo de sus vértices (Q12). ChatGPT proporciona explicaciones sobre la representación de las restricciones, identificándolas de formas más precisa con regiones del plano y no con líneas rectas como hizo con anterioridad (Figura 158).

Figura 158

Ejemplo de explicación de la representación de la restricción x ≤9000



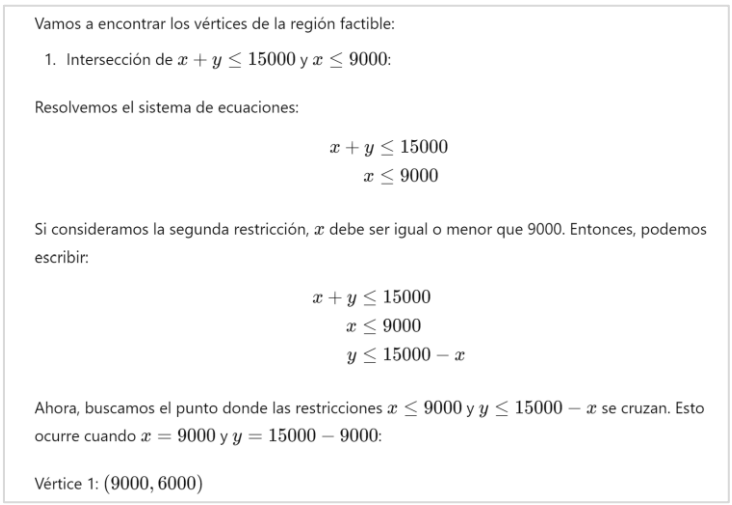
Nota. Captura de pantalla de una interacción con el modelo de lenguaje GPT-3.5 en la plataforma ChatGPT (OpenAI, 2023).

Además, proporciona código JavaScript para visualizar el gráfico, lo que no permite apreciar directamente la forma de la región factible. Esto lleva a que se plantee la pregunta sobre los vértices de la región factible.

El cálculo de los vértices de la región factible va acompañado de incorrecciones como se muestra en la Figura 159 ya que, aunque ChatGPT dice que va a resolver sistemas de ecuaciones para obtener los diferentes vértices, lo que realmente hace es resolver sistemas de inecuaciones lineales cuya solución no es un único punto.

Figura 159

Cálculo incorrecto de uno de los vértices de la región factible



Vamos a encontrar los vértices de la región factible:

1. Intersección de $x + y \leq 15000$ y $x \leq 9000$:

Resolvemos el sistema de ecuaciones:

$$\begin{aligned} x + y &\leq 15000 \\ x &\leq 9000 \end{aligned}$$

Si consideramos la segunda restricción, x debe ser igual o menor que 9000. Entonces, podemos escribir:

$$\begin{aligned} x + y &\leq 15000 \\ x &\leq 9000 \\ y &\leq 15000 - x \end{aligned}$$

Ahora, buscamos el punto donde las restricciones $x \leq 9000$ y $y \leq 15000 - x$ se cruzan. Esto ocurre cuando $x = 9000$ y $y = 15000 - 9000$:

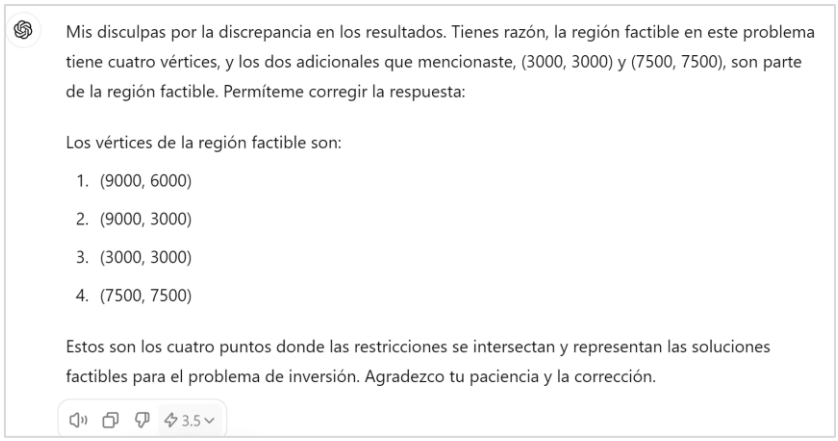
Vértice 1: $(9000, 6000)$

Nota. Captura de pantalla de una interacción con el modelo de lenguaje GPT-3.5 en la plataforma ChatGPT (OpenAI, 2023).

Como ChatGPT encuentra solamente dos de los cuatro vértices de la región factible. en la pregunta Q13 la profesora se lo indica y ChatGPT tras pedir disculpas por la discrepancia en los resultados corrige la respuesta como muestra la Figura 160.

Figura 160

Corrección de respuesta de ChatGPT

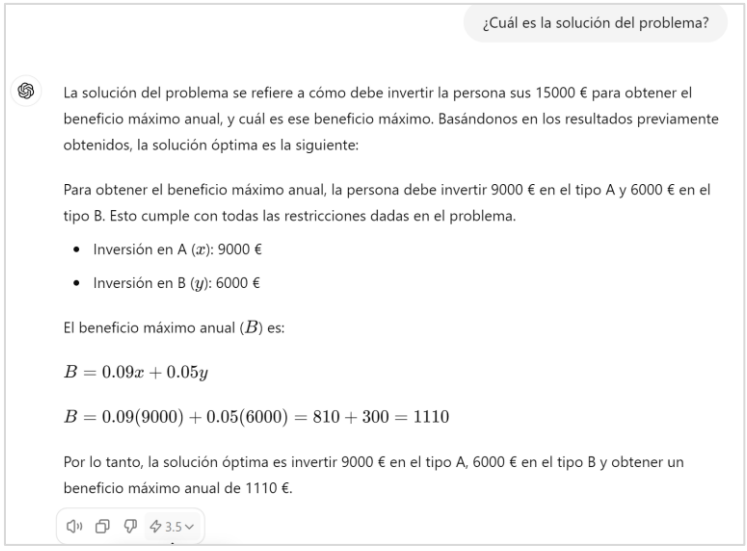


Nota. Captura de pantalla de una interacción con el modelo de lenguaje GPT-3.5 en la plataforma ChatGPT (OpenAI, 2023).

Para concluir la profesora pregunta por la solución del problema (Q14) y la respuesta de ChatGPT fue argumentada y correcta al estar basada en los resultados previos (Figura 161). Éstos fueron corregidos debido a la detección de errores por parte de la profesora que recondujo el hilo de conversación hasta que los resultados fueron correctos.

Figura 161

Solución del ChatGPT al problema de programación lineal



Nota. Captura de pantalla de una interacción con el modelo de lenguaje GPT-3.5 en la plataforma ChatGPT (OpenAI, 2023).

ChatGPT Versión 4o. Las preguntas que la profesora de Matemáticas hace a ChatGPT versión 4o son las siguientes:

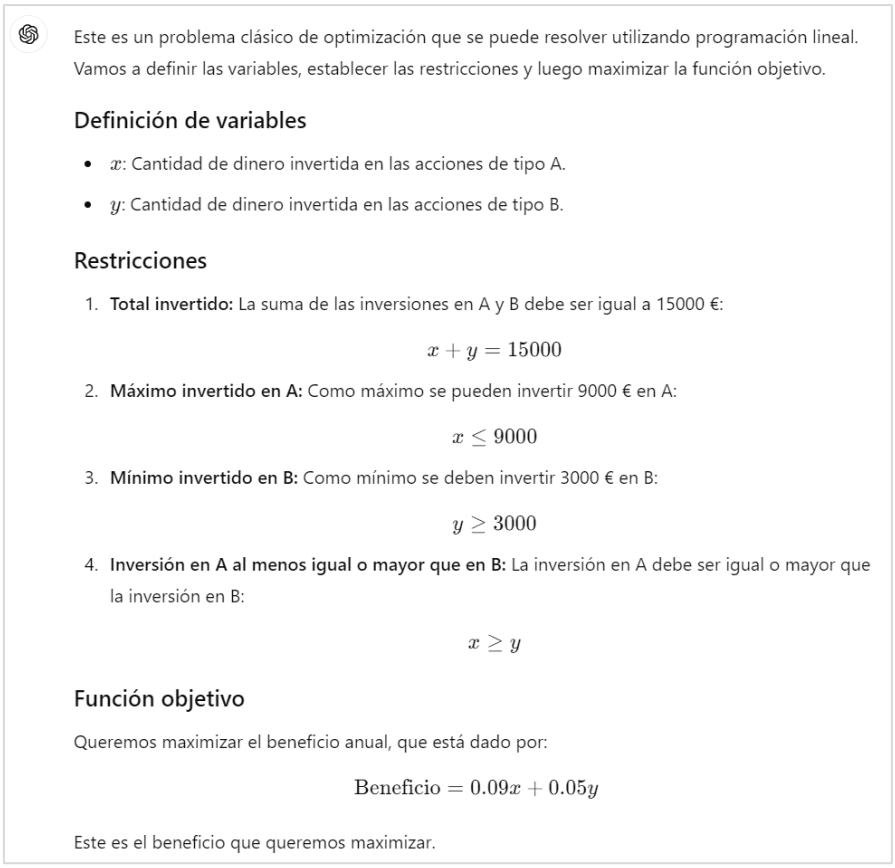
- P1. Eres un alumno y quieres resolver el siguiente problema: Una persona tiene 15000 € para invertir en dos tipos de acciones. A y B. El tipo A tiene un interés anual del 9%. y el tipo B. del 5%. Decide invertir. como máximo. 9000 € en A. y como mínimo. 3000 € en B. Además. quiere invertir en A tanto o más que en B. ¿Cómo debe invertir los 15000 € para que el beneficio sea máximo? y ¿Cuál es ese beneficio máximo anual?
- P2. Resuélvelo con métodos de programación lineal
- P3. Podría considerarse la restricción $x+y\leq15000$ en lugar de $x+y=15000$
- P4. El vértice (12000.3000) no puede pertenecer a la región factible porque no cumple la restricción $x\leq9000$
- P5. El vértice (3000.3000) pertenece a la región factible
- P6. Representa la región factible
- P7. La región sombreada no está delimitada por los vértices de la región factible.

La interacción completa entre profesora y ChatGPT puede verse en el Anexo G.

La profesora planteó el problema en la primera pregunta P1 y la respuesta proporcionada por el ChatGPT se estructuró en los diferentes apartados necesarios para resolver el problema: definición de variables. restricciones. función objetivo. resolviendo el problema. maximización del beneficio y por último la respuesta. Los tres primeros apartados que aparecen en la Figura 162 son imprescindibles y se extraen del enunciado.

Figura 162

Formulación matemática del enunciado del problema



Este es un problema clásico de optimización que se puede resolver utilizando programación lineal. Vamos a definir las variables, establecer las restricciones y luego maximizar la función objetivo.

Definición de variables

- x: Cantidad de dinero invertida en las acciones de tipo A.
- y: Cantidad de dinero invertida en las acciones de tipo B.

Restricciones

1. **Total invertido:** La suma de las inversiones en A y B debe ser igual a 15000 €:
$$x + y = 15000$$
2. **Máximo invertido en A:** Como máximo se pueden invertir 9000 € en A:
$$x \leq 9000$$
3. **Mínimo invertido en B:** Como mínimo se deben invertir 3000 € en B:
$$y \geq 3000$$
4. **Inversión en A al menos igual o mayor que en B:** La inversión en A debe ser igual o mayor que la inversión en B:
$$x \geq y$$

Función objetivo

Queremos maximizar el beneficio anual, que está dado por:

$$\text{Beneficio} = 0.09x + 0.05y$$

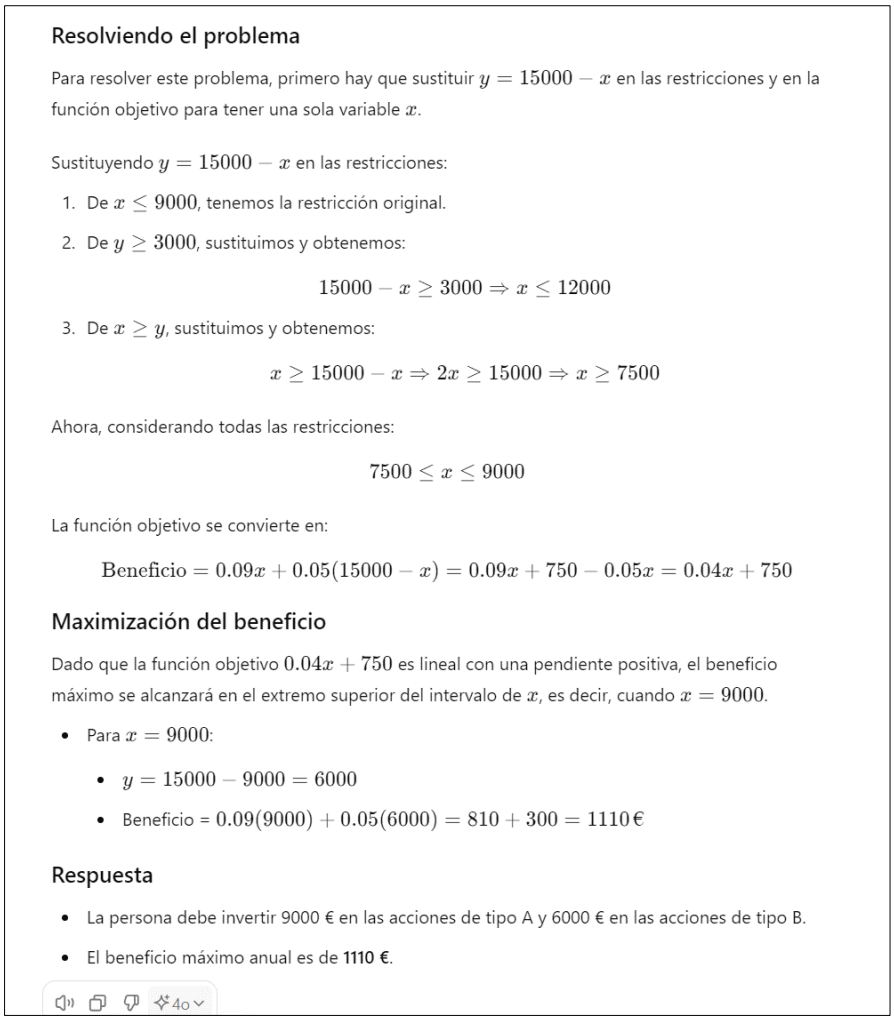
Este es el beneficio que queremos maximizar.

Nota. Captura de pantalla de una interacción con el modelo de lenguaje GPT-4o en la plataforma ChatGPT (OpenAI, 2024).

Como en el enunciado no se indicó el método de resolución. el ChatGPT utilizó un método algebraico que implicó operar con ecuaciones. inecuaciones y funciones y llegó así a la solución correcta partiendo del supuesto x+y = 15000. Los pasos seguidos en la resolución del problema se mostraron de forma clara. contextualizada y razonada (Figura 163).

Figura 163

Fragmento de la resolución del problema por el método algebraico



Resolviendo el problema

Para resolver este problema, primero hay que sustituir $y = 15000 - x$ en las restricciones y en la función objetivo para tener una sola variable x.

Sustituyendo $y = 15000 - x$ en las restricciones:

1. De $x \leq 9000$, tenemos la restricción original.
2. De $y \geq 3000$, sustituimos y obtenemos:

$$15000 - x \geq 3000 \Rightarrow x \leq 12000$$

3. De $x \geq y$, sustituimos y obtenemos:

$$x \geq 15000 - x \Rightarrow 2x \geq 15000 \Rightarrow x \geq 7500$$

Ahora, considerando todas las restricciones:

$$7500 \leq x \leq 9000$$

La función objetivo se convierte en:

$$\text{Beneficio} = 0.09x + 0.05(15000 - x) = 0.09x + 750 - 0.05x = 0.04x + 750$$

Maximización del beneficio

Dado que la función objetivo $0.04x + 750$ es lineal con una pendiente positiva, el beneficio máximo se alcanzará en el extremo superior del intervalo de x, es decir, cuando $x = 9000$.

- Para $x = 9000$:
  - $y = 15000 - 9000 = 6000$
  - Beneficio = $0.09(9000) + 0.05(6000) = 810 + 300 = 1110\,€$

Respuesta

- La persona debe invertir 9000 € en las acciones de tipo A y 6000 € en las acciones de tipo B.
- El beneficio máximo anual es de **1110 €**.

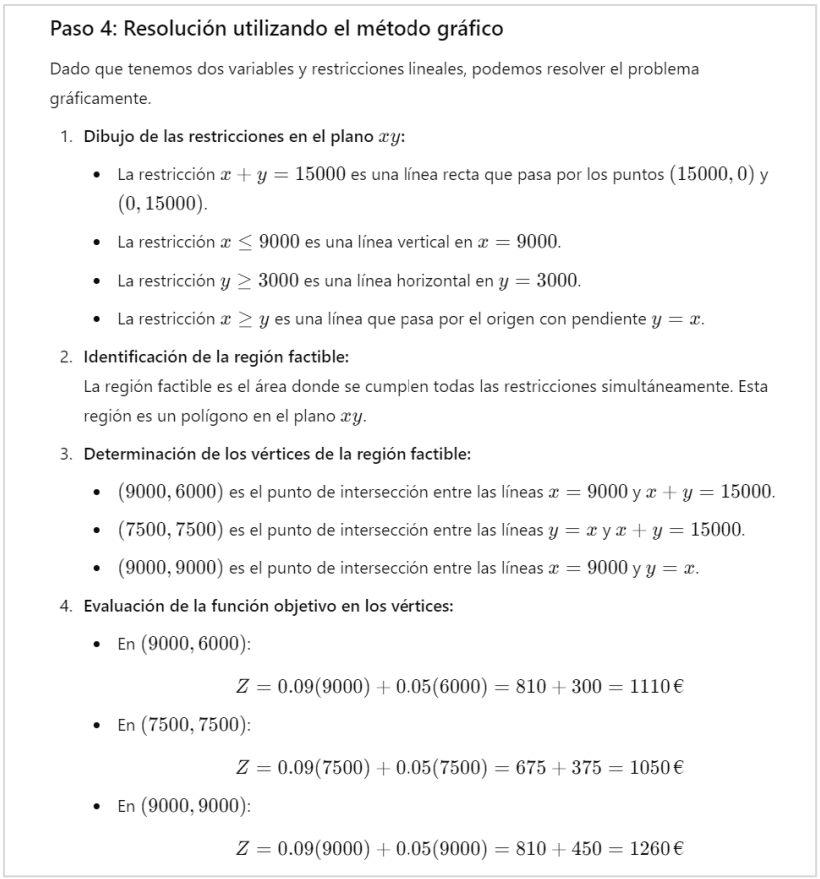
4o

Nota. Captura de pantalla de una interacción con el modelo de lenguaje GPT-4o en la plataforma ChatGPT (OpenAI, 2024).

En la segunda pregunta P2. la profesora solicita que se resuelva el problema por métodos de programación lineal y en la respuesta se mantienen los apartados básicos del problema sobre la definición de las variables y de la función objetivo y el establecimiento de las restricciones y se introducen modificaciones en el cuarto paso denominado por ChatGPT "Resolución utilizando el método gráfico" (Figura 164).

Figura 164

Fragmento de la resolución del problema utilizando el método gráfico



Paso 4: Resolución utilizando el método gráfico

Dado que tenemos dos variables y restricciones lineales, podemos resolver el problema gráficamente.

1. **Dibujo de las restricciones en el plano xy:**
   - La restricción $x + y = 15000$ es una línea recta que pasa por los puntos $(15000, 0)$ y $(0, 15000)$.
   - La restricción $x \leq 9000$ es una línea vertical en $x = 9000$.
   - La restricción $y \geq 3000$ es una línea horizontal en $y = 3000$.
   - La restricción $x \geq y$ es una línea que pasa por el origen con pendiente $y = x$.
2. **Identificación de la región factible:**
   La región factible es el área donde se cumplen todas las restricciones simultáneamente. Esta región es un polígono en el plano xy.
3. **Determinación de los vértices de la región factible:**
   - $(9000, 6000)$ es el punto de intersección entre las líneas $x = 9000$ y $x + y = 15000$.
   - $(7500, 7500)$ es el punto de intersección entre las líneas $y = x$ y $x + y = 15000$.
   - $(9000, 9000)$ es el punto de intersección entre las líneas $x = 9000$ y $y = x$.
4. **Evaluación de la función objetivo en los vértices:**
   - En $(9000, 6000)$:
     $$Z = 0.09(9000) + 0.05(6000) = 810 + 300 = 1110\,€$$
   - En $(7500, 7500)$:
     $$Z = 0.09(7500) + 0.05(7500) = 675 + 375 = 1050\,€$$
   - En $(9000, 9000)$:
     $$Z = 0.09(9000) + 0.05(9000) = 810 + 450 = 1260\,€$$

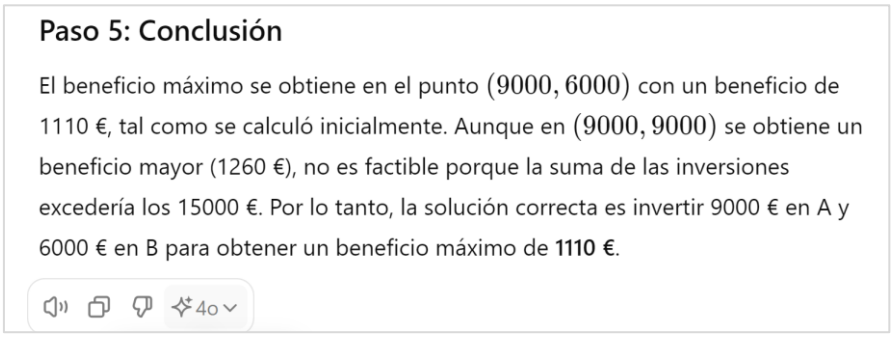
Nota. Captura de pantalla de una interacción con el modelo de lenguaje GPT-4o en la plataforma ChatGPT (OpenAI, 2024).

La estrategia para resolver el problema es diferente a la anterior y contempla cuatro apartados que identifican los procedimientos que es necesario seguir en el método gráfico: Dibujo de las restricciones en el plano XY, identificación de la región factible, determinación de los vértices de la región factible y evaluación de la función objetivo en los vértices. En el apartado 1 sobre el dibujo de las restricciones en el plano XY no se muestra la información con precisión y se visualizan algunos errores dado que la representación en el plano XY de las tres inecuaciones: $x \leq 9000$, $y \geq 3000$, $x \geq y$, no se corresponde con una línea recta sino con un semiplano delimitado respectivamente por la recta vertical x=9000. horizontal y=3000 y la recta y=x que pasa por el origen de coordenadas y tiene pendiente 1, dato que tampoco se identifica correctamente. Además, el método gráfico debería ir acompañado de la representación gráfica de la región factible o zona del plano en la que se cumplen todas las

restricciones simultáneamente. Además. el vértice (9000, 9000) no es correcto, ya que la suma de las inversiones en acciones A y B. en este caso 18000 excedería los 15000 € de la inversión. Sin embargo, aunque en el apartado de determinación de los vértices de la región factible no se aclare qué (9000, 9000) no es un vértice de esta región si se hace más adelante, en el último paso de conclusión, como se muestra en la Figura 165.

Figura 165

Conclusión del problema resuelto por el método gráfico



Nota. Captura de pantalla de una interacción con el modelo de lenguaje GPT-4o en la plataforma ChatGPT (OpenAI, 2024).

La profesora de Matemáticas en la pregunta P3 plantea la interpretación del enunciado con la restricción $x+y \leq 15000$ en lugar de $x+y=15000$ ya que la frase "Una persona dispone de 15000 € para invertir en dos tipos de acciones A y B" implicaría que la suma de las inversiones en las acciones A y B no debe exceder 15000 €. Este planteamiento sería más abierto y con más opciones de respuesta que el anterior y es el que se contempla en el sitio web en el que aparece resuelto el problema (número 11) con el añadido de un apartado para dibujar la región factible[4]. Aquí también se consideran las restricciones iniciales $x\geq0$, $y\geq0$ que reflejan el significado de las variables asociado a una inversión en acciones positiva y acorde a un contexto realista. La no consideración de estas restricciones por parte de ChatGPT podría deberse a que las otras restricciones del problema $x\leq9000$, $y\geq3000$, $x\geq y$ acotan aún más los

[4] https://calculo.cc/temas/temas_algebra/prog-lineal/problemas/p-proglineal.html

posibles valores de las variables $3000 \leq x \leq 9000$, $y \geq 3000$ por lo que no afectaría a la forma de la región factible.

Es probable que el planteamiento inicial de ChatGPT con la restricción $x+y=15000$ provenga de la pregunta "¿Cómo debe invertir los 15000 € para que el beneficio sea máximo?" ya que la obtención del beneficio máximo también supondría la máxima inversión y en ese caso todo el dinero disponible serían los 15000 €. La respuesta de ChatGPT ante la consideración inicial de la restricción $x+y \leq 15000$ es la revisión del problema (Figura 166) y actualización de las restricciones y con ello se modifican también los vértices de la región factible y se llega a una solución errónea.

Figura 166

Revisión del problema de programación lineal en ChatGPT

Problema revisado

Restricciones actualizadas:

1. **Total invertido (revisado):** La suma de las inversiones en A y B debe ser menor o igual a 15000 €:

$$x + y \leq 15000$$

2. **Máximo invertido en A:** Como máximo se pueden invertir 9000 € en A:

$$x \leq 9000$$

3. **Mínimo invertido en B:** Como mínimo se deben invertir 3000 € en B:

$$y \geq 3000$$

4. **Inversión en A al menos igual que en B:** La inversión en A debe ser igual o mayor que la inversión en B:

$$x \geq y$$

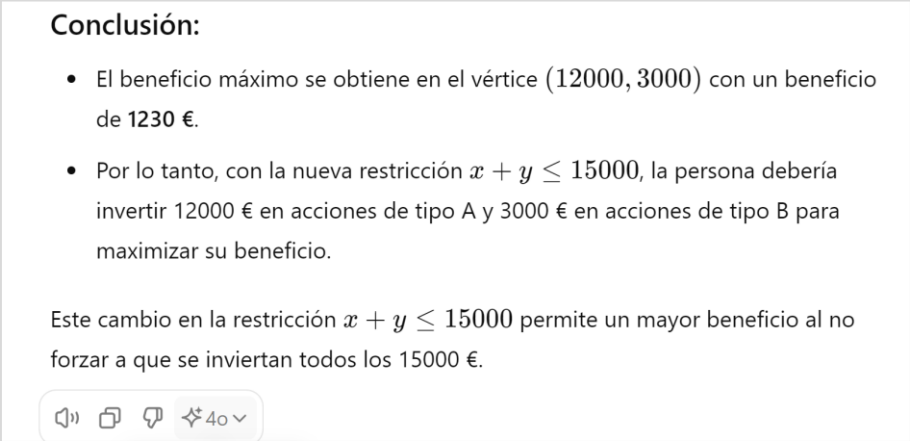
Nota. Captura de pantalla de una interacción con el modelo de lenguaje GPT-4o en la plataforma ChatGPT (OpenAI, 2024).

La solución errónea en este caso proviene de la determinación de un supuesto vértice de la región factible en el que la función objetivo alcanzaría su valor máximo (Figura167). Incluso el razonamiento que se incluye en la conclusión "Este cambio en la restricción

x+y≤15000 permite un mayor beneficio al no forzar a que se inviertan todos los 15000 €" entra en contradicción con la solución propuesta.

Figura 167

Conclusión del problema revisado de programación lineal

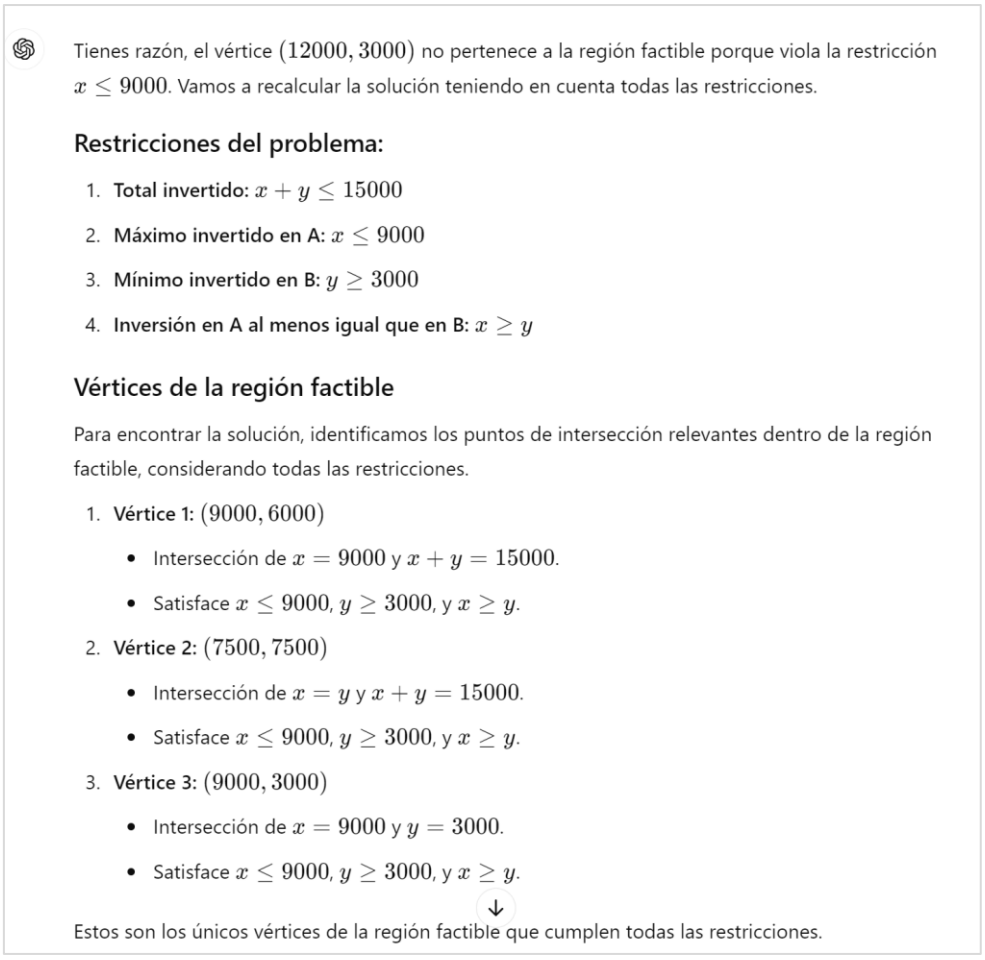


Nota. Captura de pantalla de una interacción con el modelo de lenguaje GPT-4o en la plataforma ChatGPT (OpenAI, 2024).

Tras llegar a una conclusión falsa. la profesora reconduce el razonamiento afirmando que el vértice (12000. 3000) no puede pertenecer a la región factible al no cumplir la restricción x≤9000 (P4). ChatGPT le da la razón. pero vuelve a cometer errores en la resolución del problema al afirmar que los tres vértices de la región factible que obtiene son los únicos que cumplen todas las restricciones (Figura168).

Figura 168

Determinación de los vértices de la región factible

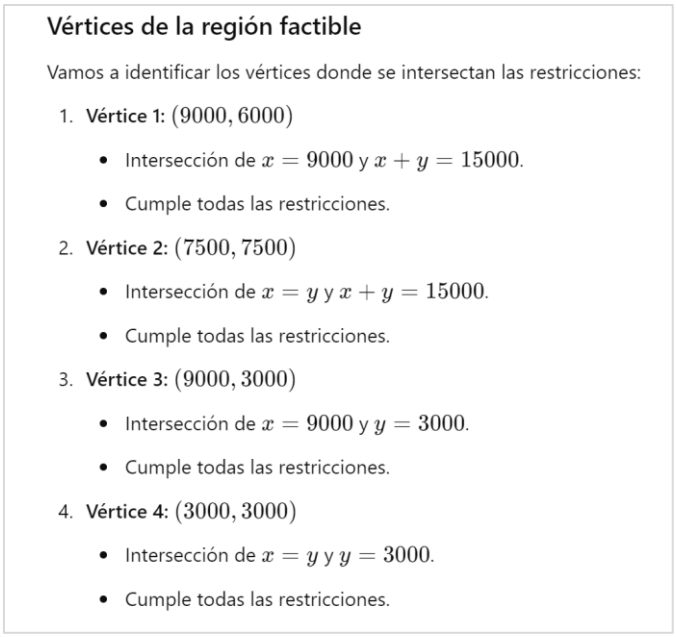


Nota. Captura de pantalla de una interacción con el modelo de lenguaje GPT-4o en la plataforma ChatGPT (OpenAI, 2024).

La profesora en la pregunta P5 le indica a ChatGPT otro vértice (3000.3000) que pertenece a la región factible. La respuesta de ChatGPT es “Gracias por señalar eso. Vamos a reconsiderar el vértice (3000.3000) en el análisis”. En esta ocasión ChatGPT identifica todos los vértices de la región factible e indica que cumplen todas las restricciones (Figura 169).

Figura 169

Vértices de la región factible

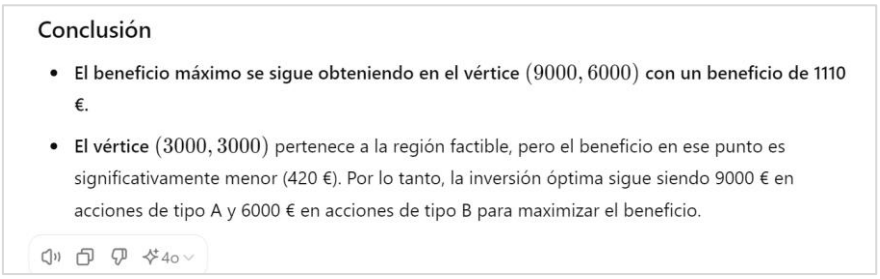


Nota. Captura de pantalla de una interacción con el modelo de lenguaje GPT-4o en la plataforma ChatGPT (OpenAI, 2024).

Después de la incorporación de un cuarto vértice a la región factible, ChatGPT proporciona la misma solución correcta obtenida con los tres vértices y justifica que en el nuevo vértice, la función objetivo no era máxima y por tanto la solución no varía (Figura 170).

Figura 170

Conclusión después de añadir un vértice a la región factible



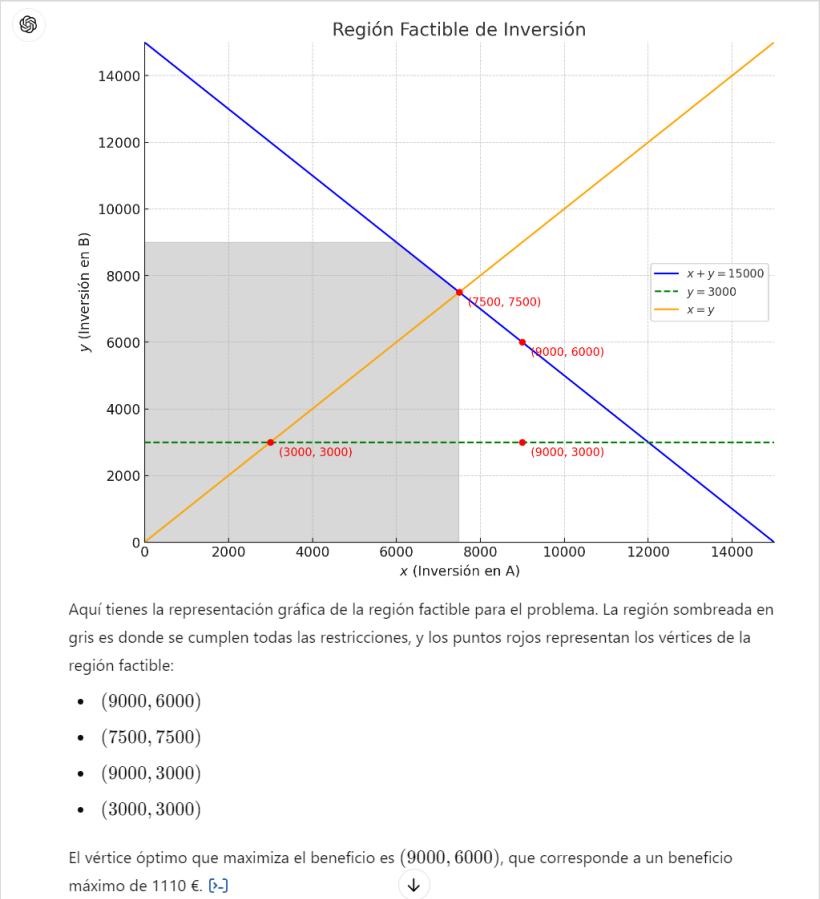
Nota. Captura de pantalla de una interacción con el modelo de lenguaje GPT-4o en la plataforma ChatGPT (OpenAI, 2024).

Para concluir la actividad. la profesora pide al ChatGPT en la pregunta P6 que represente la región factible y la representación aportada por ChatGPT no es correcta ya que, aunque sí indica correctamente los vértices de la región factible. la zona que aparece sombreada

y que supuestamente identifica a la región factible no tiene los vértices señalados como se muestra en la Figura 171.

Figura 171

Representación de la región factible

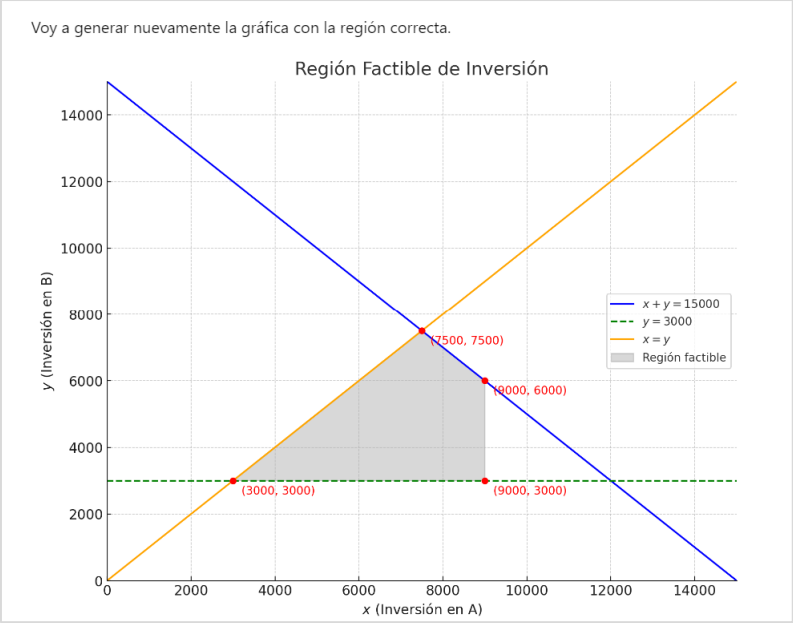


Nota. Captura de pantalla de una interacción con el modelo de lenguaje GPT-4o en la plataforma ChatGPT (OpenAI, 2024).

En la pregunta P7, la profesora indica el error a ChatGPT afirmando que la región sombreada no está delimitada por los vértices de la región factible. ChatGPT corrige el sombreado como muestra la Figura 172.

Figura 172

Corrección de ChatGPT de la representación de la región factible

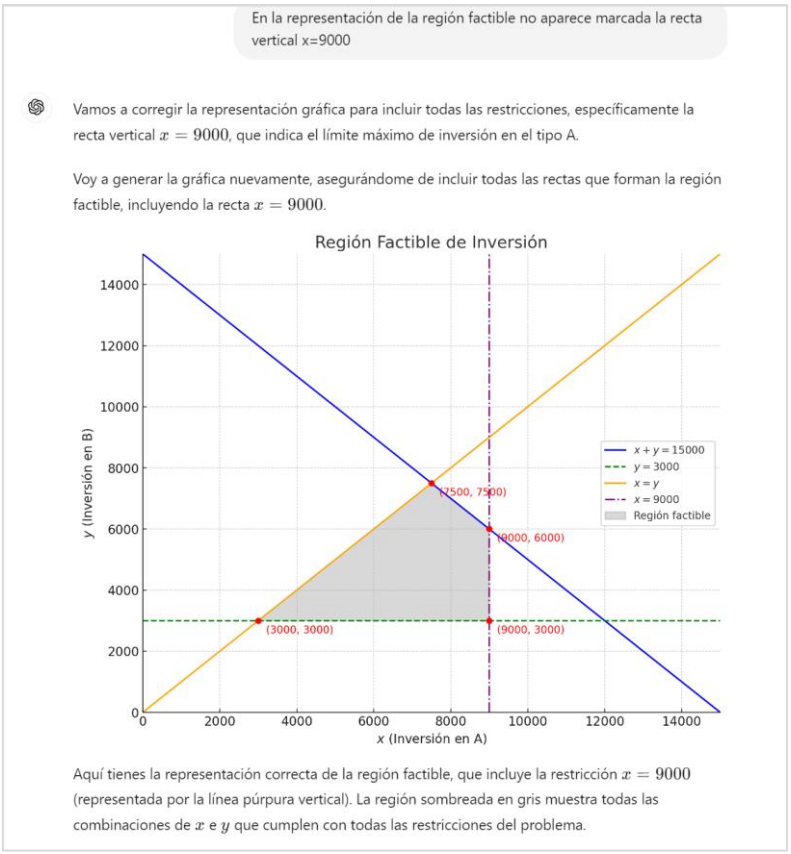


Nota. Captura de pantalla de una interacción con el modelo de lenguaje GPT-4o en la plataforma ChatGPT (OpenAI, 2024).

Por último, para obtener más detalles, la profesora pide que se marque la recta x=9000 y ChatGPT cumple la tarea, asegurándose de incluir en la representación todas las rectas que contribuyen a delimitar la región factible (Figura 173).

Figura 173

Representación completa de la región factible



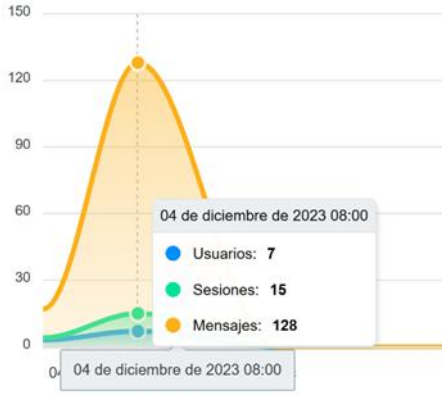
Nota. Captura de pantalla de una interacción con el modelo de lenguaje GPT-4o en la plataforma ChatGPT (OpenAI, 2024).

VI.4.5. Resultados de la observación en el aula

Se presentan los resultados obtenidos a partir de la observación participante realizada durante una sesión (Figura 174) en la que los estudiantes utilizaron un chatbot para repasar conceptos de Programación Lineal como preparación para una prueba escrita.

Figura 174

Registro de la plataforma Botpress relativa a la sesión de observación



Nota. Evidencia de la observación (Giraldo Pérez, 2024)

La observación se estructuró en torno a tres dimensiones principales: satisfacción con el chatbot, usabilidad e impacto educativo del chatbot. Además, se incluyeron comentarios adicionales proporcionados por los estudiantes. El diseño de la guía de observación puede verse en el Anexo I.

Satisfacción con el chatbot. En términos generales, los estudiantes se mostraron satisfechos con la experiencia de utilizar el chatbot para repasar la unidad temática de Programación lineal. esto se reflejó en las actitudes de curiosidad y relajación mientras interactuaban con la herramienta y las manifestaciones del tipo “está guay”. También las expectativas iniciales del alumnado se cumplieron en gran medida. Comentaron que el chatbot les ayudo a repasar y a resolver el problema propuesto durante la sesión y al preguntarles sobre si lo recomendarían a otros compañeros y compañeras, la respuesta positiva fue rápida y contundente. También la percepción de utilidad del chatbot fue positiva pues los estudiantes recurrían a la herramienta de manera repetida para resolver sus dudas.

Usabilidad del chatbot. La facilidad de uso del chatbot fue uno de los aspectos más destacados por los estudiantes que lograron iniciar y utilizar el chatbot sin necesidad de asistencia adicional. lo cual sugiere que la herramienta es intuitiva y accesible. Este hecho fue reforzado por comentarios como “Es muy intuitivo." En cuanto a la frecuencia de la interacción. se observó que los estudiantes recurrían al chatbot de manera constante mientras

resolvían el problema guiado de programación lineal que éste proponía. lo que indica un cierto nivel de confianza en la herramienta y su utilidad. Sobre la velocidad de respuesta, el alumnado señaló que las respuestas del chatbot a veces eran más lentas de lo deseado y que. en ocasiones. la herramienta presentaba pequeños fallos técnicos. como quedarse bloqueada o necesitar recargar la página, sucesos puntuales que, a pesar de su baja frecuencia, resultan relevantes para optimizar la experiencia con el chatbot.

Impacto educativo del chatbot. El impacto educativo del chatbot fue positivo puntualmente, aunque sería necesario un uso más prolongado en el tiempo para apreciar la influencia en el aprendizaje a largo plazo. Los estudiantes indicaron que el chatbot les ayudó a comprender mejor los conceptos y procedimientos de Programación Lineal que se abordaron durante la sesión. En concreto se refirieron a las explicaciones y la indicación de los pasos necesarios para resolver un problema de programación lineal. Los estudiantes revisaban los procedimientos sugeridos en el menú del chatbot y recurrían a los botones interactivos tanto para confirmar cada paso que daban como para seguir secuencialmente las instrucciones. Además, el chatbot puede considerarse bastante eficaz como herramienta de revisión al ayudar a los estudiantes a repasar y consolidar los conocimientos adquiridos previamente en clase, mostrándoles recursos adicionales e información clara. Un alumno mencionó: "Esto es lo que vimos el otro día en clase". No obstante, fueron necesarias aclaraciones de la profesora sobre la función objetivo y la representación gráfica de la inecuación $x \geq y$. El uso del chatbot también tuvo un efecto motivacional entre los estudiantes. La herramienta generó un entusiasmo inicial y el alumnado escuchó atentamente las instrucciones de la profesora y se concentró en la tarea con el chatbot lo cual es un indicador positivo de su impacto en la motivación. Además, varios alumnos sugirieron que el chatbot podría ser útil en otras unidades temáticas mostrando un interés claro en la expansión de su uso.

los resultados de la observación indican que el chatbot no solo cumple con las expectativas de los estudiantes, sino que también mejora la comprensión de conceptos y procedimientos y propicia un aprendizaje más autónomo y personalizado. Las observaciones sugieren que, con algunas mejoras técnicas, el chatbot podría convertirse en una herramienta valiosa en el entorno educativo.

VI.4.6. Resultados de la prueba de evaluación sobre programación lineal

En la Tabla 78 se muestran los indicadores de logro utilizados en la valoración de la prueba de evaluación sobre programación lineal y en la Figura 175 los porcentajes del nivel de rendimiento por cada indicador de logro.

Tabla 78

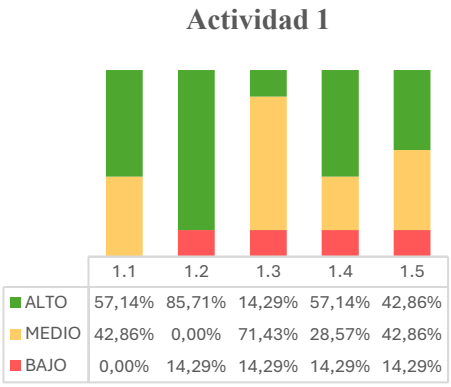
Indicadores de logro para cada actividad de la prueba de evaluación

N.º	Actividad 1	N.º	Actividad 2
1.1	Representa inecuaciones	2.1	Extrae variables del enunciado
1.2	Identifica la RF	2.2	Define la función objetivo
1.3	Calcula vértices de la RF	2.3	Formula restricciones
1.4	Calcula máximo y mínimo de la FO	2.4	Representa inecuaciones
1.5	Obtiene el valor de las variables	2.5	Identifica la RF
		2.6	Calcula los vértices de la RF
		2.7	Calcula el máximo de la FO
		2.8	Obtiene el valor de las variables
		2.9	Argumenta los pasos seguidos

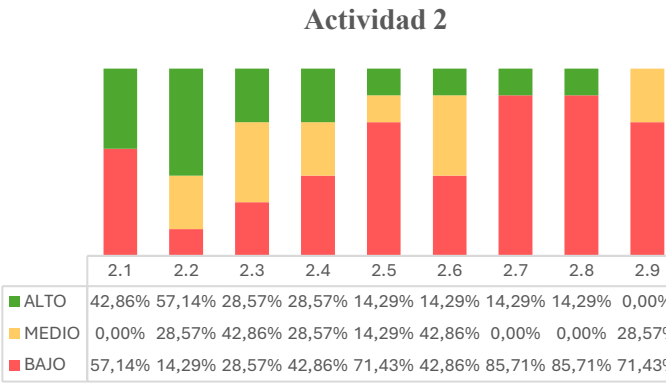
Nota. RF es la región factible y FO la función objetivo. N.º es el número que identifica a cada indicador de logro en cada actividad de la prueba

Figura 175

Porcentajes del nivel de rendimiento por cada indicador de logro en la prueba de evaluación



	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
ALTO	57,14%	85,71%	14,29%	57,14%	42,86%
MEDIO	42,86%	0,00%	71,43%	28,57%	42,86%
BAJO	0,00%	14,29%	14,29%	14,29%	14,29%



	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9
ALTO	42,86%	57,14%	28,57%	28,57%	14,29%	14,29%	14,29%	14,29%	0,00%
MEDIO	0,00%	28,57%	42,86%	28,57%	14,29%	42,86%	0,00%	0,00%	28,57
BAJO	57,14%	14,29%	28,57%	42,86%	71,43%	42,86%	85,71%	85,71%	71,43

En los gráficos se observa como en todos los indicadores de logro utilizados para calificar la primera actividad de la prueba de evaluación identificados como 1.1, 1.2, 1.3, 1.4 y 1.5, el nivel de desempeño del alumnado es peor que en la segunda actividad donde estos indicadores se identifican como 2.4, 2.5, 2.6, 2.7 y 2.8 respectivamente. En el indicador referido a la representación gráfica de las inecuaciones (1.1 y 2.4) el 57,14 % del alumnado tiene un alto nivel de rendimiento en la actividad 1 mientras que el nivel de rendimiento mayoritario (42,86%) es bajo para el mismo indicador en la actividad 2. Con el indicador (1.2 y 2.5) sobre la identificación de la región factible ocurre algo similar, mientras que en la actividad 1 el nivel de rendimiento del 85,71 % del alumnado es alto; en la actividad 2 el 71,43 % tiene un bajo nivel de rendimiento. Para el indicador (1.3 y 2.6) referido al cálculo de los vértices de la región factible, se obtiene un nivel de rendimiento medio para el 71,43 % del alumnado en la actividad 1 y para el 42,86 % en la actividad 2, en la que también un 42,86 % del alumnado tiene rendimiento bajo. En cuanto al indicador de logro 1.4 y 2.7 sobre el cálculo de los valores extremos de la función objetivo. mientras que en la actividad 1 el nivel de rendimiento del 57,14 % del alumnado es alto, en la actividad 2 el nivel de rendimiento es bajo para el 85, 71 %. La obtención del valor de las variables que optimizan la función objetivo (indicador 1.5 y 2.8) presenta un nivel de rendimiento medio-alto para el 85,72 % del alumnado en la primera actividad, mientras que en la segunda actividad de la prueba de evaluación un porcentaje similar de alumnado (85,71 %) tiene un nivel de rendimiento bajo. En este punto hay que

aclarar que el alto porcentaje de alumnado (85, 71 %) con bajo nivel de rendimiento en los indicadores 2.7 y 2.8 sobre el cálculo respectivo del valor máximo de la función objetivo y el de las variables que maximizan dicha función. está relacionado con los errores previos cometidos por el alumnado en la identificación de la región factible.

Estos resultados en la segunda actividad de la prueba apoyan la idea de que un problema contextualizado supone mayor dificultad para el alumnado. En este caso, se han contemplado indicadores extra relacionados con la modelización matemática del problema como la extracción de las variables (2.1), la definición de la función objetivo (2.2) y la formulación de restricciones (2.3) a partir del enunciado del problema. El nivel de rendimiento del 57,14 % del alumnado es bajo en la identificación y definición de las variables matemáticas que intervienen en el problema de programación lineal. Sin embargo, ese mismo porcentaje de alumnado muestra un alto nivel de rendimiento en la definición algebraica de la función objetivo, mientras que en la determinación de las inecuaciones o restricciones del problema, el rendimiento del 42,86% del alumnado es medio y el resto del alumnado se reparte igualitariamente en los niveles bajo y alto de rendimiento 28.57% en cada nivel. Además, se resalta como en el indicador de logro 2.9 de la actividad 2 sobre la argumentación durante la resolución del problema, el 71.43% del alumnado presenta un rendimiento bajo.

VI.5. Fase de reflexión

VI.5.1. Cumplimiento de los objetivos del ciclo III

En el tercer ciclo inicialmente se actualiza el diagnóstico incorporando un análisis retrospectivo del rendimiento del alumnado en Matemáticas durante 6 años que refleja el impacto de la pandemia de COVID-19 y la evolución posterior de los resultados académicos. En la planificación del tercer ciclo se concretan los objetivos operativos a lograr en cada fase de la investigación-acción junto con las acciones y recursos necesarios. La identificación de las mejoras a implementar en el tercer ciclo a partir de las reflexiones del 2ª ciclo llevó a

plantear estrategias de acción centradas en la integración tecnológica para apoyar el aprendizaje de las matemáticas, la autoevaluación sobre la capacidad tecnológica del centro educativo y el desarrollo de la competencia digital docente. Estas estrategias se integraron en un plan de acción que guío la implementación de mejoras en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas y de digitalización del centro educativo.

Con relación al aprendizaje de las matemáticas, se aplicó un chatbot que reunió las características más relevantes de los anteriores proporcionando recursos e indicaciones para resolver problemas matemáticos y ampliando la capacidad de respuesta con una base de conocimiento web, también se realizó en el aula presencial una observación guiada de la interacción entre alumnado y chatbot y una prueba de evaluación para explorar la influencia del chatbot sobre el aprendizaje del alumnado. Tras haber probado tres plataformas de chatbot se compararon incluyendo la perspectiva de la investigadora basada en su experiencia para configurar los chatbot. Además, se aporta la interacción de la docente con ChatGPT para hacer un análisis crítico de las respuestas que ofrece al resolver el mismo problema de programación lineal que se estructura paso a paso en el chatbot diseñado para matemáticas.

Sobre la enseñanza de las matemáticas, se centraron las acciones en la necesidad de formación docente para integrar adecuadamente la tecnología educativa en las practicas pedagógicas. En ese sentido, se fomentó desde el centro educativo la acreditación de la competencia digital docente proporcionando información al respecto y se analizaron los niveles de logro alcanzados en dos momentos diferentes para explorar la importancia que le atribuyo el profesorado. También, la autoformación para la configuración del chatbot a través de video tutoriales e información en la plataforma Botpress fue relevante para implementar el chatbot específico de matemáticas.

Finalmente, sobre el proceso de digitalización en el centro educativo, continuaron las mejoras de equipamiento informático y conectividad imprescindible para agilizar la

transformación digital del centro y se aplicó por tercera vez el cuestionario de autoevaluación SELFIE, comparando los resultados con las dos aplicaciones anteriores para detectar fortalezas y debilidades que podrán afrontarse en actuaciones futuras.

VI.5.2. Reflexión sobre las acciones de mejora del tercer ciclo

Sobre la competencia digital docente. Los datos revelan que en 2022-2023, cuando comenzó el proceso de acreditación de la competencia digital docente en toda España, el profesorado del IES Los Valles mejoró progresivamente su nivel acreditado de competencia digital, lo que indica que entre el profesorado fue creciente el interés por acreditar su nivel de competencia digital impulsado también por el equipo directivo. Además, hay disparidad entre los niveles acreditados en cada área contemplada en el marco de referencia de la competencia digital docente. De las seis áreas, la cuarta sobre evaluación y retroalimentación es la que peores resultados presentó por lo que en estos procesos los docentes deben continuar actualizando su formación para obtener mejores niveles acreditados de competencia digital.

En los dos años siguientes, el mayor porcentaje de profesorado acreditado se concentró en el nivel B2 lo que indica un impacto positivo de la formación digital docente.

Aunque en los ciclos de investigación anteriores, en el plan de formación del profesorado se implementaron actividades para mejorar tanto el manejo de herramientas digitales como su uso pedagógico en el aula, promoviendo la reflexión colectiva y el intercambio de buenas prácticas, en formaciones futuras deben proponerse actividades orientadas a fortalecer las prácticas evaluativas digitales. No obstante, el porcentaje de interinidad entre el profesorado del centro educativo es variable cada curso escolar y oscila en torno al 30% lo que sugiere variabilidad en el impacto de la formación en la práctica pedagógica y la necesidad de seguir potenciando la actualización docente en tecnología educativa para avanzar hacia una cultura digital más sólida y equitativa en todo el centro educativo.

Sobre el chatbot. El tercer chatbot específico para matemáticas configurado en la plataforma Botpress e integrado en un aula virtual Moodle fue el más completo al combinar por una parte las funciones principales de las dos versiones anteriores incorporando recursos matemáticos de la web. actividades interactivas y proporcionando ayuda concreta para resolver determinados problemas matemáticos y por otra parte ampliando su capacidad de respuesta al contestar a preguntas extrayendo información de la web para proporcionar aclaraciones y contenidos al alumnado en la materia de Matemáticas aplicadas a las Ciencias Sociales de 2º de Bachillerato.

El continuo desarrollo de la inteligencia artificial aplicado a los chatbots generativos capaces de mantener conversaciones naturales generando respuestas dinámicas y adaptativas ofrece grandes ventajas a nivel educativo. con explicaciones personalizadas. resúmenes y ejercicios adaptativos. pero también entraña riesgos importantes como las llamadas alucinaciones del chatbot que son respuestas incorrectas o inventadas sin base real como se ha evidenciado en la interacción de la investigadora con ChatGPT para resolver el problema de programación lineal propuesto al alumnado. Además, el uso inadecuado por parte del alumnado como la obtención de respuestas sin comprenderlas puede generar dependencia y perjudicar el desarrollo de habilidades como el pensamiento crítico al limitar su capacidad de evaluar información o argumentar. la comprensión lectora al reducir la práctica de interpretar y extraer ideas de textos. la expresión al copiar textos generados por IA sin reelaborarlos afecta la capacidad de redactar y organizar ideas. la resolución de problemas debilitando el razonamiento lógico o la perseverancia frente a dificultades o retos y la memoria y retención al disminuir el estudio. la práctica y reflexión también disminuye la consolidación del conocimiento a largo plazo.

El uso adecuado de la inteligencia artificial implica inspiración y guía, pero es necesario no comprometer habilidades fundamentales para el desarrollo académico y garantizar

su uso seguro y ético, lo que implica responsabilidad, formación y actuación docente en ese sentido. Esta preocupación a nivel mundial ha propiciado que surja un marco legal para regular el uso de la inteligencia artificial. La Unión Europea establece el Reglamento UE 2024/1689 (Unión Europea, 2024) con un enfoque basado en niveles de riesgo de los sistemas de inteligencia artificial.

Reflexión y comparación de plataformas para configurar chatbots. En las experiencias realizadas con chatbot se utilizaron tres plataformas para desarrollarlos: Dialogflow, SnatchBot y BotPress. El criterio inicial de selección fue la facilidad de uso y posteriormente se buscó mayor grado de personalización, aunque eso requirió mayores conocimientos técnicos. En la Figura 176 se muestran algunas características, fortalezas y debilidades de las tres plataformas para una primera comparativa entre ellas.

Figura 176

Comparativa de plataformas de chatbots



Nota. Gráfico elaborado a partir de información contenida en las plataformas Dialogflow, SnatchBot y Botpress

Dialogflow resulta adecuada si se busca un Procesamiento del Lenguaje Natural (NLP) avanzado, facilidad de uso y acceso a integraciones dentro del ecosistema de Google. SnatchBot es una solución rápida y sencilla con plantillas predefinidas, con menos necesidad

de personalización profunda y Botpress es la mejor opción para desarrolladores que necesitan control total sobre su chatbot, con la posibilidad de personalizar cada aspecto y mantener el control sobre los datos.

Una segunda comparación entre plataformas se basa en los siguientes criterios:

- Funcionalidad: Características ofrecidas, soporte multicanal, y flujos conversacionales.
- Usabilidad: Facilidad de uso, documentación, y recursos.
- Escalabilidad: Capacidad para manejar grandes volúmenes de datos y usuarios.
- Integración y Extensibilidad: Compatibilidad con otros sistemas, disponibilidad de APIs y Webhooks.
- Personalización: Grado de adaptabilidad y desarrollo a medida.
- Rendimiento: Velocidad de respuesta y estabilidad.
- Costo: Modelo de precios y costo total de propiedad.
- Seguridad y Privacidad: Protección de datos y cumplimiento normativo.
- Soporte y Comunidad: Calidad del soporte técnico y actividad de la comunidad.
- Implementación y Mantenimiento: Facilidad de implementación y actualizaciones.
- Adaptabilidad a casos de uso: Adecuación para diferentes aplicaciones y sectores

Estos criterios permiten evaluar de manera integral las diferentes herramientas de chatbot y seleccionar la que mejor se adaptaba a las necesidades específicas en cada momento de la investigación. Están basados en la información proporcionada en las plataformas Dialogflow, SnatchBot y Botpress y en la experiencia de uso en la investigación.

La Tabla 79 muestra la comparación de Dialogflow, Snatchbot y Botpress adaptada a los estándares o criterios mencionados anteriormente.

Tabla 79

Comparación de las plataformas Dialogflow, Snatchbot y Botpress

Criterio	Dialogflow	SnatchBot	Botpress
Funcionalidad	- NLP avanzado - Soporte multicanal - Manejo de intenciones y entidades, contextos	- Plantillas predefinidas - Flujos conversacionales visuales - Multi-canal	- Personalización total - Flujos conversacionales complejos - NLP personalizable
Usabilidad	- Interfaz intuitiva - Documentación extensa y recursos de Google	- Interfaz visual y amigable - Plantillas para creación rápida	- Moderada, requiere conocimientos técnicos - Documentación extensa pero técnica
Escalabilidad	- Alta, respaldado por Google Cloud - Escalabilidad vertical y horizontal	- Alta, pero costos pueden aumentar con el crecimiento	- Alta, escalabilidad horizontal y vertical según infraestructura
Integración y extensibilidad	- Integración sencilla con Google Assistant, Slack, etc. - APIs disponibles	- Integración con múltiples canales - APIs disponibles para extensibilidad	- Amplia extensibilidad mediante APIs y módulos - Integraciones requieren configuración
Personalización	- Moderada, basado en herramientas de Google - Personalización de flujos y respuestas	- Limitada, basado en plantillas - Personalización básica de flujos	- Alta, permite personalización total del código y flujos
Rendimiento	- Alta velocidad de respuesta - Estabilidad alta gracias a la infraestructura de Google	- Buena velocidad - Estabilidad en la plataforma SnatchBot	- Dependiente de la implementación - Puede ser altamente eficiente con buena infraestructura
Costo	- Gratuito con costos escalables según uso - Planes de pago según características avanzadas	- Plan gratuito con opciones de pago para características avanzadas - Costos asociados con crecimiento	- Gratuito, pero costos asociados a infraestructura y mantenimiento
Seguridad y privacidad	- Protección de datos con estándares de Google Cloud - Cumple con regulaciones como GDPR	- Seguridad básica dentro de la plataforma - Menos enfoque en cumplimiento normativo específico	- Alto control sobre seguridad y privacidad - Cumple con regulaciones dependiendo de la implementación
Soporte y comunidad	- Soporte de Google y recursos bien documentados - Comunidad activa de usuarios y desarrolladores	- Soporte limitado a su ecosistema - Comunidad menor en comparación	- Comunidad activa y en crecimiento - Soporte limitado a la comunidad y documentación técnica
Implementación y mantenimiento	- Fácil de implementar con soporte integrado - Actualizaciones regulares desde Google	- Rápida implementación con plantillas - Mantenimiento integrado en la plataforma	- Implementación más compleja - Mantenimiento a cargo del usuario o equipo de IT

Criterio	Dialogflow	SnatchBot	Botpress
Adaptabilidad a casos de uso	- Adecuado para una variedad de aplicaciones, desde servicio al cliente hasta asistentes virtuales	- Ideal para despliegues rápidos y simples - Adecuado para negocios pequeños y medianos	- Adecuado para aplicaciones personalizadas y casos de uso específicos - Ideal para desarrolladores con necesidades avanzadas

Teniendo en cuenta estas características se justifica la elección de cada plataforma. Dialogflow ofrecía un procesamiento de lenguaje natural avanzado y al poder manejar conversaciones complejas con el uso de entidades y contextos, la hacían fundamental para alumnado que requería pasos detallados para entender conceptos y métodos matemáticos asociados a la resolución de problemas. Aunque la integración del chatbot en la interfaz de la plataforma Moodle se contempló desde un primer momento se decidió probar en la aplicación de mensajería instantánea Telegram dado que esta aplicación era familiar para el alumnado, posibilitaba el acceso a la información donde y cuando se necesitase a través de dispositivos móviles y la investigadora que se estaba iniciando en la configuración de chatbots había recibido formación específica para ese tipo de integración.

La necesidad de un chatbot que pudiera ofrecer acceso rápido y fácil a recursos matemáticos preseleccionados por la investigadora llevó a la elección de Snatchbot ya que su interfaz visual y disponibilidad de plantillas predefinidas permitía crear y gestionar bots fácilmente, sin necesidad de tener conocimientos técnicos. Sin embargo, los posibles costos asociados la hacían menos atractiva para un entorno educativo que buscaba soluciones simples y económicas.

Como solución para configurar un chatbot personalizado que unificara las funcionalidades de ayuda en la resolución de problemas de Dialogflow y la accesibilidad a recursos matemáticos de Snatchbot se recurrió a Botpress. Esta plataforma de código abierto permitía personalizar y combinar diferentes flujos de conversación y funcionalidades en un solo bot. Aunque requería de mayores conocimientos técnicos para su configuración, las

pruebas previas con otras plataformas permitieron a la investigadora afrontar retos mayores. Todo para proporcionar al alumnado ayuda personalizada, adaptada a su nivel y contexto educativo y especializada en Matemáticas dentro del entorno virtual de enseñanza-aprendizaje Moodle del IES Los Valles que ofrecía un espacio seguro con un control más estricto sobre sus datos y sistemas.

Sobre la capacidad digital del centro educativo. Al analizar los resultados de la última aplicación de la autoevaluación SELFIE en comparación con las dos anteriores, se constata el liderazgo y el desarrollo profesional continuo como fortalezas consolidadas. Estas áreas han mantenido puntuaciones consistentemente altas o muy altas a lo largo de los ciclos, lo que evidencia un compromiso institucional con la mejora continua, la innovación pedagógica y la formación permanente del profesorado.

Sin embargo, persiste como área de mejora recurrente las prácticas de evaluación, lo cual se refleja tanto en la autoevaluación institucional como en los resultados obtenidos en la certificación de la competencia digital docente, donde el área de evaluación y retroalimentación se posiciona como la menos acreditada. A pesar de que las puntuaciones promedio en todas las áreas se sitúan en rangos intermedios-altos o muy altos, estas diferencias señalan una necesidad de intervención pedagógica y formativa específica en torno a las prácticas evaluativas mediadas por tecnología.

Esta situación lleva a una reflexión sobre cómo se concibe y se implementa la evaluación en el centro educativo. Es necesario avanzar hacia modelos de evaluación formativa, continua y personalizada, apoyados en herramientas digitales que faciliten una retroalimentación efectiva para el alumnado. Asimismo, se requiere impulsar el desarrollo de competencias docentes vinculadas al uso estratégico de la tecnología para evaluar.

VI.5.3. Cierre del ciclo investigativo

Tras la implementación y evaluación de tres ciclos de investigación-acción. se ha decidido no continuar con nuevos ciclos por varias razones. En primer lugar. se han alcanzado los objetivos iniciales de la investigación. con mejoras en la práctica docente y en el aprendizaje del alumnado. evidenciadas mediante la recolección y el análisis de datos en cada ciclo. Además. en el tercer ciclo se observó una consolidación de los cambios. con estabilidad en las mejoras referidas a la autoevaluación de competencias digitales en el centro a través del cuestionario SELFIE y con la actualización de competencias profesionales docentes a través del plan de formación. También se concluyeron las indagaciones en el tercer ciclo con respecto a la utilización del chatbot para ayudar al alumnado en el aprendizaje de las matemáticas. lo que sugiere una saturación teórica de las acciones emprendidas sobre esta tecnología. Además. considerando los límites temporales de la investigación. no es posible continuar con más ciclos y se considera que la investigación ha contribuido al enriquecimiento de la práctica educativa.

VII. Conclusiones

En este capítulo se exponen las principales conclusiones derivadas del proceso de investigación-acción llevado a cabo. A partir del análisis reflexivo de las acciones implementadas y de los resultados obtenidos, se presentan los hallazgos más relevantes que permiten valorar el impacto de la intervención realizada. Las conclusiones aquí expuestas dan cuenta no solo de los logros alcanzados, sino también de los aprendizajes adquiridos, las limitaciones encontradas y las proyecciones a futuro, en coherencia con los objetivos planteados al inicio del estudio.

VII.1. Conclusiones generales

En relación con el objetivo general de esta investigación de aplicar estrategias innovadoras en el instituto de enseñanza secundaria Los Valles de Camarzana de Tera que fomenten la autonomía del alumnado y la personalización del aprendizaje a través del uso de tecnologías conversacionales y entornos virtuales para mejorar los procesos pedagógicos en matemáticas, los resultados obtenidos a lo largo de esta investigación permiten concluir que la integración de herramientas tecnológicas como chatbot híbridos que combinan recursos de aprendizaje seleccionados por docentes especialistas en la materia de matemáticas e información generada por inteligencia artificial y la utilización de los entornos de aprendizaje virtuales contribuyen a la mejora de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas en la enseñanza secundaria. Tanto los chatbots como el entorno virtual Moodle posibilitan la personalización de la enseñanza y el aprendizaje y el desarrollo de la autonomía del alumnado.

Personalización de la enseñanza. Sobre la personalización de la enseñanza, la docente-investigadora ha diseñado específicamente su práctica docente para atender las necesidades del alumnado, introduciendo chatbots y combinando la actividad presencial y virtual. Esto ha sido posible gracias a la formación en configuración de chatbots y al empeño

desde una posición de liderazgo institucional y de la investigación por ofrecer oportunidades formativas al profesorado sobre tecnología educativa y metodologías activas a través de los planes de formación de centro. En este caso, para asegurar mayor efectividad en el uso de la tecnología, se han abordado otros componentes esenciales, además del formativo, como la dotación de recursos tecnológicos aprovechando el plan NextGenerationEU creado por la Unión Europea en 2020 para impulsar la recuperación frente a las consecuencias de la pandemia de COVID-19. Además, la aplicación de las herramientas tecnológicas como complemento y apoyo formativo para el alumnado tanto en el aula presencial como fuera de ella y la reflexión sobre los procesos pedagógicos involucrados permite la mejora continua en sucesivos ciclos de investigación-acción mediante ajustes y nuevas propuestas de acción.

Entre los logros destacados de la investigación están las propuestas novedosas, fundamentadas en el análisis de las prácticas con las diferentes versiones de chatbots, sobre las características de un chatbot para adaptarlo a los intereses tanto del profesorado como del alumnado. Desde la primera versión del chatbot hasta la última se tomaron decisiones que afectaron al diseño y la funcionalidad del chatbot consiguiendo una versión final mejorada y más completa que incluía los elementos clave de las dos versiones anteriores. De esta forma, se contribuye al conocimiento sobre el uso de chatbots con intencionalidad educativa, según la clasificación general de García Brustenga et al., (2018), en niveles de educación secundaria. La propuesta, basada en esta investigación, es la utilización educativa de chatbots mixtos que combinen el uso de inteligencia artificial y bases de datos de la web con otros elementos configurables para permitir al docente introducir materiales didácticos digitales en diferentes formatos, previamente seleccionados o creados y proponer actividades concretas, aunque el chatbot pueda sugerir otras. Además, al igual que sucedió por ejemplo con el diseño de páginas web que inicialmente requerían especialización técnica para su configuración y evolucionó hasta posibilitar que cualquier usuario con conocimientos técnicos básicos pudiese introducir

elementos de personalización como imágenes, vídeos, audio, texto o documentos en diversos formatos; el chatbot mixto que se propone en la investigación podría ser más eficiente en cuanto al tiempo que el profesorado necesita para configurarlo tanto en apariencia como en contenido y requerir menos formación cualificada para su personalización.

A pesar de que con el creciente desarrollo de los chatbot basados en inteligencia artificial como por ejemplo ChatGPT de OpenAI, Copilot de Microsoft o Gemini de Google, se están corrigiendo errores y refinando sus funciones, existen riesgos asociados con su uso como las llamadas alucinaciones o generación de respuestas aparentemente creíbles pero en realidad falsas, inexactas o inventadas como se ha podido comprobar en esta investigación durante la interacción de la docente-investigadora con ChatGPT para analizar la resolución de un problema matemático de programación lineal. Además, existen otros riesgos asociados a la seguridad que necesitan procedimientos adicionales para la protección de datos y privacidad de los usuarios y riesgos sobre aspectos éticos que requieren responsabilidad en la forma de utilizar la ayuda proporcionada por los sistemas conversacionales de IA. Para abordar los posibles problemas asociados al uso de la IA existen marcos regulatorios como la ley de IA de la Unión Europea (Unión Europea, 2024) o el marco de gestión de riesgo de la IA del Instituto Nacional de Estándares y Tecnología de Estados Unidos (National Institute of Standards and Technology [NIST], 2023).

También la utilización del entorno virtual Moodle ha contribuido a la personalización de la enseñanza en matemáticas, al ofrecer un espacio en el que la profesora puede organizar y poner a disposición de los estudiantes materiales didácticos en diferentes formatos, proponer actividades interactivas como complemento de las realizadas en el aula presencial, evaluaciones en línea a través de cuestionarios con autocorrección automática y facilitar el acceso a fuentes de información fiables y herramientas digitales útiles para el aprendizaje de las matemáticas. Además, la plataforma Moodle monitoriza los resultados de las actividades

propuestas lo que permite detectar dificultades en la materia e idear estrategias para abordarlas individualmente facilitando por ejemplo recursos alternativos que ofrezcan claridad, sencillez y se adecúen al nivel de competencia curricular del alumnado o proponiendo problemas guiados con ayudas en la resolución.

En un entorno seguro como Moodle administrado de forma general por la Conserjería de Educación de la Junta de Castilla y León en los centros públicos de esta comunidad, se logra integrar el chatbot configurado en la plataforma SnatchBot y posteriormente también el chatbot configurado en Botpress dentro de un aula virtual específica para la materia de matemáticas en 2º de Bachillerato perteneciente al entorno virtual del IES Los Valles.

Diversas investigaciones respaldan el uso de chatbots educativos integrados en plataformas como Moodle. Shilowaras y Jusoh (2022) describen el desarrollo de un chatbot mediante Dialogflow destacando su utilidad para responder preguntas frecuentes reduciendo la carga en los docentes y mejorando la accesibilidad de la información. Peters Motta (2019) también utiliza la herramienta de google Dialogflow para construir un chatbot adaptado a la educación a distancia y enfocado en la resolución de dudas de los estudiantes. Por su parte, Souali et al. (2019) exploran el uso de inteligencia artificial para ofrecer respuestas y recomendaciones dentro de Moodle y Calle Morales y Narváez Miranda (2022) subrayan que, aunque Moodle recopila datos relevantes, aún carece de herramientas que los transformen en recomendaciones personalizadas; su propuesta de chatbot Miranda para Moodle busca atender a esa necesidad.

En esta investigación la implementación de chatbots en el aula virtual de la materia de Matemáticas en 2º de Bachillerato ha permitido consolidar varias aportaciones como la optimización del tiempo docente para proporcionar al alumnado recomendaciones de recursos, actividades e información de interés académico y profesional, la mejora del acompañamiento formativo del alumnado fuera del centro educativo y el fomento de la autonomía en su

aprendizaje facilitando un apoyo en su aprendizaje al que recurrir cuando lo necesiten. Con la investigación se recomienda el uso de chatbot mixtos que permiten no sólo usar inteligencia artificial sino también formas de intervención docente para la personalización del chatbot adaptándolo a la materia de matemáticas y al nivel académico del alumnado y dando respuesta a sus necesidades e intereses. Sin embargo, como limitaciones en las experiencias con chatbots, la docente investigadora no es experta en la configuración de chatbots y el tiempo destinado a la formación y pruebas previas podría reducirse contando con el apoyo de especialistas en el tema. Por ello, sería necesaria la colaboración de técnicos y docentes para idear un chatbot con una funcionalidad educativa concreta dentro de un centro educativo de secundaria. Una futura línea de investigación podría ampliar la funcionalidad del chatbot para ofrecer a la comunidad educativa en institutos de enseñanza secundaria un servicio de información y formación completo a través de un chatbot institucional, adaptado a cada contexto permitiendo tanto a las familias, como al profesorado y al alumnado hacer preguntas abiertas o acceder a un menú con opciones relevantes para cada rol de usuario. Las familias podrían acceder a través del chatbot a un menú de preguntas frecuentes sobre matriculación, becas, oferta educativa, u otra información disponible en la web del centro educativo o concertar citas con el profesorado, tutores o equipo directivo. El profesorado podría acceder por ejemplo a materiales para la docencia organizados por departamentos didácticos o a tutoriales sobre herramientas TIC. Estos últimos podrían estar disponibles también para el resto de la comunidad educativa. Finalmente, el alumnado podría seleccionar materia y nivel para tener acceso a recursos adicionales de todas las materias cursadas, a información académica y profesional y a canales públicos y privados de comunicación a través de la conexión con la aplicación de Teams de Microsoft de uso institucional en Castilla y León.

Personalización del aprendizaje. Sobre la personalización del aprendizaje, la presente investigación potencia la implicación del alumnado en su aprendizaje, a través de instrumentos

como el portafolio del estudiante, utilizado para mostrar evidencias del trabajo del alumnado de 3º de ESO en el aula virtual y para que reflexione sobre lo que sabe, siendo consciente de sus fortalezas y debilidades. Sin embargo, los resultados en cuanto a la activación de procesos metacognitivos en el alumnado no fueron destacados pues en la mayoría de los casos las reflexiones en el portafolio se limitaron a expresiones simples sin ahondar en sus dificultades en la materia de matemáticas. Dificultades reflejadas en el rendimiento académico previo del alumnado y que motivaron su elección de la materia de Matemáticas orientada a las enseñanzas aplicadas con un enfoque pedagógico centrado en reforzar conocimientos mínimos en lugar de Matemáticas orientadas a las enseñanzas académicas donde se prepara a los estudiantes para afrontar mayores desafíos en la materia. A pesar de esto, otros instrumentos como los cuestionarios de autoevaluación del aprendizaje matemático integrados en el aula virtual, contribuyeron a la autorregulación metacognitiva del alumnado permitiéndoles identificar errores y logros para decidir cómo mejorar su aprendizaje en la materia.

Las experiencias con chatbots se idearon para el nivel de 2º de bachillerato logrando potenciar la autonomía en el aprendizaje del alumnado al permitirles explorar contenidos a su ritmo, formular preguntas personalizadas y recibir retroalimentación inmediata. En esta investigación, la adaptación a sus necesidades, habilidades e intereses a través de herramientas digitales se alinea con el concepto general de personalización del aprendizaje de la OCDE (2018), Pane et al. (2015) o Kallick & Zmuda (2017). Otros autores como Bray y McClaskey (2015) introducen matices para distinguir entre personalización, individualización y diferenciación de la enseñanza, aclarando que la personalización del aprendizaje pone al alumnado en el centro, dándole voz y elección sobre qué, cómo y cuándo aprender; la individualización adapta el ritmo de aprendizaje según las necesidades del alumno, pero mantiene los mismos contenidos para todos y la diferenciación, en cambio, es planificada por el docente y ajusta la forma de enseñar o los recursos según los estilos o niveles del grupo, sin

que el estudiante tenga control sobre el proceso. Según este planteamiento, el grado de elección del alumnado disminuye progresivamente desde la personalización hacia la individualización y la diferenciación.

También, relacionado con los chatbots, se logró facilitar al alumnado la comprensión de los problemas de programación lineal implementando una estrategia que consistía en descomponer el problema en partes, según los pasos necesarios para resolverlo. Se destacaban palabras clave, expuestas en un menú de opciones, para que el alumnado pudiese seleccionar libremente el apartado en el que necesitaba ayuda con el fin de guiarles a lo largo del proceso. Pero en la configuración de la versión final de chatbot no sólo se atendió a las dificultades del alumnado para resolver problemas matemáticos, también se ofrecieron recursos digitales adicionales para ser explorados libremente junto con información académico-profesional y acceso a canales de comunicación con la docente real a través de enlaces a la aplicación Teams de Microsoft, además de resolver dudas particulares gracias a la integración de IA; todo ello basado en los principios del Diseño Universal del Aprendizaje (DUA), especialmente al ofrecer distintas maneras de presentar los contenidos matemáticos y de acceso a la información. Al introducir un chatbot como refuerzo en la materia de matemáticas dentro y fuera del centro educativo, el alumnado destacó la utilidad y beneficios para su aprendizaje a través de la discusión grupal y la observación realizadas en la investigación.

Los resultados de la investigación revelan el logro de la innovación en los procesos educativos en el contexto de estudio, considerando en este caso la innovación desde múltiples perspectivas: como proceso de mejora en la comprensión de problemas matemáticos, la personalización de los procesos educativos y la autonomía del alumnado en el aprendizaje; como introducción de nuevas tecnologías con el chatbot para apoyar la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas; como cambio en la metodología, combinando entornos presenciales y virtuales para fomentar la responsabilidad, reflexión y autonomía de los estudiantes; como

enfoque sistémico al producirse transformaciones en el centro educativo, en el aprendizaje matemático del alumnado y en las prácticas docentes para la integración eficaz de la tecnología en los procesos educativos fomentando una cultura tecnopedagógica. Finalmente, la creatividad y originalidad están presentes en las prácticas docentes novedosas en la materia de matemáticas dentro del contexto del instituto de enseñanza secundaria objeto de estudio.

VII.2. Conclusiones específicas

Objetivo específico 1. En relación con el objetivo específico de identificar las principales problemáticas en matemáticas en el instituto de enseñanza secundaria Los Valles para diseñar propuestas pedagógicas efectivas, se recopiló inicialmente información multidimensional a partir de encuestas al alumnado utilizando los cuestionarios DIMA, HEMA y CHAEA sobre dificultades en matemáticas, sobre hábitos de estudio y motivación para el aprendizaje y sobre estilos de aprendizaje respectivamente; discusiones grupales y reflexiones docentes acerca del aprendizaje del alumnado en matemáticas y análisis DAFO por el equipo directivo abordando las principales fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas vinculadas al centro educativo.

Los datos recogidos aportaron información integral contextualizando ampliamente y desde diferentes perspectivas los principales problemas que se trataron en la investigación. Estos problemas se centraron en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, abordando también procesos de digitalización del centro educativo. En el alumnado se encontraron problemas relacionados principalmente con la autonomía en el aprendizaje, la resolución de problemas matemáticos o la búsqueda y curación de información. En el profesorado, se identificó una insuficiente formación para el dominio y aplicación efectiva de herramientas digitales y en el centro educativo, se encontraron infraestructura y equipamiento digital obsoletos.

Se concluye que, a partir del diagnóstico inicial, se identificaron dificultades específicas del alumnado, profesorado y centro educativo, lo que permitió diseñar acciones más ajustadas al contexto de aplicación y desarrollar estrategias de personalización de enseñanza y aprendizaje más eficaces.

Objetivo específico 2. En relación con el objetivo específico de planificar la intervención en el centro educativo con el alumnado y los docentes para implementar un enfoque de enseñanza híbrido, que fomente el aprendizaje autónomo y la participación de los estudiantes en su propio proceso de aprendizaje; se planearon acciones integrando los tres tipos de conocimientos esenciales: tecnológico, pedagógico y disciplinar según el modelo TPACK de Mishra y Koehler (2006) que resultó de la evolución del concepto de Conocimiento Pedagógico del Contenido (PCK) propuesto por Shulman (1986). La combinación de clases presenciales con entornos digitales en matemáticas generó un modelo pedagógico híbrido que fortaleció la autonomía de los estudiantes, ofreciéndoles oportunidades de gestionar su ritmo de trabajo, acceder a retroalimentación inmediata y recursos y actividades adaptados a su nivel.

Además de planificar y diseñar acciones enfocadas a mejorar el aprendizaje matemático a través de entornos virtuales y tecnologías conversacionales como los chatbots, se abordaron otros elementos que contribuyen a la transformación digital en el centro educativo en el que se realizó este estudio, como son el desarrollo profesional continuo del profesorado a través de planes de formación internos y el análisis de la integración institucional de las tecnologías digitales a través del cuestionario SELFIE. Abordar estos elementos conjuntamente fue necesario para lograr más efectividad en las innovaciones implementadas.

Objetivo específico 3. En relación con el objetivo específico de analizar el uso de herramientas tecnológicas que permitan la personalización del aprendizaje en matemáticas mediante el acceso del alumnado a contenidos matemáticos según sus necesidades formativas y la resolución de problemas de manera autónoma. La implementación de plataformas digitales

y de chatbots especializados en matemáticas permitió diversificar las formas de acceso a los contenidos, tanto dentro como fuera del aula, favoreciendo el aprendizaje autónomo y el refuerzo individualizado. Estas herramientas tecnológicas propiciaron una mayor participación del alumnado en su proceso formativo, promoviendo también el aprendizaje ubicuo y comprensivo. De los análisis realizados se extrajo información relevante que ayudó a tomar decisiones acerca de las modificaciones necesarias para mejorar los resultados en cada ciclo de la investigación-acción. Esto dio lugar por ejemplo a diferentes versiones de chatbots para introducir mejoras informadas por el alumnado y a la exploración de diferentes plataformas de configuración de chatbots para comparar las experiencias docentes en cada una y decidir sobre la más adecuada para lograr los objetivos propuestos a la vez que se consigue una mayor comprensión sobre los chatbots con fines educativos.

Objetivo específico 4. En relación con el objetivo específico de proponer actividades formativas para capacitar a los docentes en el uso pedagógico de tecnologías educativas que favorezcan la creación de entornos de aprendizaje flexibles, la implantación de sucesivos planes de formación docente en el centro educativo logró reforzar su competencia digital e instaurar una cultura de colaboración y de empoderamiento tecnológico. El desarrollo profesional del profesorado a través de múltiples actividades formativas centradas en el uso pedagógico de la tecnología fue clave en los procesos de innovación implementados. La capacitación en el uso efectivo de tecnologías educativas llevó a los docentes a romper con las prácticas tradicionales y transmisivas para la enseñanza de las matemáticas, asumiendo un rol más facilitador y personalizado y adaptando sus prácticas pedagógicas durante y después de la pandemia de COVID-19 según informa el profesorado en la encuesta realizada en el segundo ciclo de investigación-acción y que supone una actualización diagnóstica a propósito de la situación provocada por la pandemia. Además, gracias al impulso tecnológico a nivel europeo y nacional, se incrementaron los esfuerzos por actualizar y dotar a los centros educativos de

medios tecnológicos, por ampliar la oferta de actividades formativas para acreditar el nivel de competencia digital docente y por implantar en los centros educativos programas como CoDiCe TIC de la Consejería de Educación de Castilla y León para la certificación de su nivel competencial en TIC. Todo ello, basado en marcos teóricos sobre competencia digital como DigCom, con adaptaciones DigCompOrg para instituciones educativas o DigCompEdu para docentes.

En esta investigación, las oportunidades de mejora continua de las competencias profesionales docentes a través de los planes de formación de centro han sido esenciales para garantizar la sostenibilidad del cambio metodológico.

Objetivo específico 5. En relación con el objetivo específico de evaluar la integración tecnológica en el centro educativo para facilitar los procesos de innovación en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, se realizó principalmente a través de la herramienta SELFIE basada en el marco europeo para organizaciones educativas digitalmente competentes conocido como DigComOrg. SELFIE es un cuestionario gratuito en línea integrado en la plataforma de la Unión Europea que permitió evaluar áreas sobre liderazgo, prácticas pedagógicas, infraestructura, formación docente o implicación del alumnado gracias a la participación de los tres grupos a los que se aplicó formados por el equipo directivo y parte del profesorado y alumnado del IES Los Valles. El análisis estadístico descriptivo de las respuestas reveló áreas persistentes con menores puntuaciones como las prácticas de evaluación utilizando herramientas tecnológicas. Aunque globalmente las puntuaciones no fueron bajas según la escala establecida, se detectaron diferencias en las percepciones de docentes y alumnado, siendo estos últimos los que valoraron en menor medida todas las áreas tratadas. En el análisis sobre la certificación del nivel de competencia digital docente también aparece la evaluación y retroalimentación como la menos conseguida.

VII.3. Limitaciones y líneas futuras de investigación

El desarrollo de la investigación presentó algunas limitaciones que conviene señalar para comprender mejor el alcance de los resultados y orientar posibles líneas de mejora en futuros estudios:

Limitaciones en el diagnóstico inicial. En la aplicación de los instrumentos de diagnóstico sobre dificultades en matemáticas (DIMA), estilos de aprendizaje (CHAEA) y hábitos de estudio y motivación para el aprendizaje (HEMA), no se logró la participación de todo el alumnado del centro. Esto se debió principalmente a cuestiones organizativas: en Bachillerato no existe una hora específica de tutoría dentro del horario lectivo, lo que impidió la participación del alumnado de 2º curso, especialmente por su limitada disponibilidad ante la preparación de las pruebas de acceso a la universidad. Asimismo, en algunos cursos, como 4º de ESO, no fue posible aplicar el cuestionario DIMA debido a que las horas de tutoría estaban destinadas a charlas y actividades previamente programadas desde el departamento de Orientación del centro educativo.

Limitaciones en la aplicación del chatbot y el aula virtual. Durante la implementación del chatbot, se sugirió al alumnado la grabación de su experiencia en el aula, pero no se llevó a cabo porque manifestaron sentirse incómodos con la grabación. En su lugar, optaron por compartir sus impresiones directamente con la investigadora-profesora en el aula donde habitualmente se desarrollaban las prácticas de reflexión y discusión entre alumnado y docente.

Además, la ausencia de expertos en chatbots en el centro obligó a dedicar un tiempo considerable a la formación previa y a la configuración técnica de las herramientas, lo que ralentizó la aplicación inicial. La elección de los grupos de alumnado en los que la docente asumía el doble rol de profesora e investigadora favoreció la integración de la práctica docente con la investigación, pero a la vez supuso una limitación para generalizar los resultados a otros

contextos por lo que hay que entenderlos dentro de la particularidad del centro educativo objeto de estudio.

Limitaciones en la aplicación del cuestionario SELFIE. El cuestionario SELFIE establecía niveles de aplicación diferenciados, y finalmente se aplicó solo en la etapa de Educación Secundaria Obligatoria [ESO], dado que este alumnado disponía de más tiempo durante las horas de tutoría para cumplimentarlo. Esta decisión permitió obtener datos relevantes al involucrar a un alto porcentaje de alumnado en el centro educativo, aunque restringió la comparabilidad de resultados con otras etapas educativas.

Limitaciones en el plan de formación del profesorado. La coordinación y la formación del profesorado se realizaron, en la mayoría de los casos, en el recreo, durante los 30 minutos de descanso de la jornada lectiva. Aunque la frecuencia de los encuentros fue de una o dos veces por semana, la duración resultaba insuficiente, sobre todo en el caso de los cursos formativos. Se estudió ampliar la duración y reducir la frecuencia de las sesiones, pero esta opción se desechó debido a la movilidad del profesorado, que en muchos casos invertía aproximadamente una hora en los desplazamientos entre el centro y su domicilio.

Además, aunque el departamento de Matemáticas colaboró en la investigación mediante reflexiones sobre las dificultades del alumnado, aportaciones sobre la enseñanza durante la pandemia, la cumplimentación del cuestionario SELFIE y la participación en el plan de formación, la coordinación efectiva se limitó a la reunión mensual del departamento. La carga de responsabilidades del rol docente, investigador y directivo de la investigadora también supuso una restricción para una coordinación más amplia y constante.

Líneas futuras de investigación. En cuanto a las líneas futuras de investigación, sería pertinente profundizar en la implementación de chatbots y aulas virtuales en distintos niveles educativos y con una mayor diversidad de contextos, con el fin de analizar su impacto no solo en el aprendizaje de las matemáticas, sino también en otras áreas del currículo. Asimismo,

resultaría enriquecedor diseñar estrategias que permitan recoger evidencias más objetivas de la interacción del alumnado con estas herramientas digitales y estudiar con mayor profundidad el impacto de chatbots híbridos mejorados que combinen IA y aportaciones docentes. También se sugiere ampliar la participación de todo el alumnado en la aplicación del cuestionario SELFIE, de manera que los datos obtenidos ofrezcan una visión más global de la comunidad educativa. Finalmente, se sugiere estudiar modelos de formación docente más flexibles y sostenibles en el tiempo, que combinen sesiones presenciales y virtuales, y que tengan en cuenta las condiciones laborales y de movilidad del profesorado para favorecer su implicación y continuidad.

Implicaciones prácticas. A partir de los hallazgos obtenidos en esta investigación-acción, se proponen las siguientes recomendaciones para consolidar y ampliar los avances logrados en la enseñanza de las matemáticas mediante el uso de tecnologías educativas:

- Fomentar procesos continuos de diagnóstico. Es necesario mantener mecanismos de evaluación y seguimiento que permitan identificar las dificultades específicas del alumnado y ajustar las estrategias para una intervención eficaz que conduzca a la mejora de los procesos educativos.
- Integrar tecnología con intención pedagógica. La incorporación de plataformas digitales, chatbots y recursos interactivos debe guiarse por objetivos de aprendizaje evitando el uso instrumental sin un propósito didáctico definido.
- Consolidar el modelo híbrido de enseñanza-aprendizaje. Se recomienda institucionalizar prácticas híbridas que combinen el trabajo presencial con entornos virtuales, permitiendo que el alumnado acceda a recursos educativos fuera del aula y aprenda a su propio ritmo.
- Establecer planes de formación docente sostenidos. Es necesario implementar programas de desarrollo profesional continuo que capaciten al profesorado no solo en

el uso técnico de las herramientas, sino también en su aplicación didáctica, centrada en la personalización, la evaluación formativa y el aprendizaje autónomo.

- Fortalecer la autonomía del alumnado. Deben promoverse metodologías apoyadas en entornos digitales, que impliquen activamente al alumnado en su aprendizaje.
- Evaluar el impacto de las herramientas tecnológicas. La integración de la tecnología debe ir acompañada de procesos de evaluación que valoren no solo el rendimiento académico, sino también el grado de autonomía, motivación y compromiso del alumnado con su aprendizaje.
- Fomentar la cultura de reflexión docente. Se aconseja consolidar espacios de trabajo colaborativo entre docentes que promuevan la reflexión compartida sobre la práctica, el intercambio de experiencias y la mejora continua, dentro de una comunidad profesional de aprendizaje.

Estas recomendaciones están orientadas a garantizar la continuidad y sostenibilidad de los cambios pedagógicos iniciados.

Referencias bibliográficas

Adamopoulou, E., & Moussiades , L. (2020). An Overview of Chatbot Technology. En I. Maglogiannis, L. Iliadis, & E. Pimenid (Edits.), *Artificial Intelligence Applications and Innovations. AIAI 2020. IFIP Advances in Information and Communication Technology* (Vol. 584, págs. 373–383). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-49186-4_31

Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes, 50*(2), 179-211. https://doi.org/10.1016/0749-5978(91)90020-T

Alavi, M., & Leidner, D. E. (2001). Research commentary: Technology-mediated learning: a call for greater depth and breadth of research. *Information Systems Research, 12*(1), 1-10. https://doi.org/10.1287/isre.12.1.1.9720

Al-Azawei, A., Parslow, P., & Lundqvist, K. (2016). Barriers and Opportunities of E-Learning Implementation in Iraq: A Case of Public Universities. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning, 17*(5), 126-146. https://doi.org/10.19173/irrodl.v17i5.2501

Alonso, C. M., Gallego, D. J., & Honey, P. (1994). *Los estilos de aprendizaje: Procedimientos de diagnóstico y mejora (7ª edición).* Ediciones Mensajero.

Alsina, Á. (2004). *Desarrollo de Competencias Matemáticas con Recursos Lúdico-Manipulativos: Para Niños y Niñas de 6 a 12 Años.* Narcea Ediciones.

Álvarez Merelo, J. C., & Cepeda Morante, L. J. (2024). El impacto de la inteligencia artificial en la enseñanza y el aprendizaje. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, 5*(3), 599 – 610. https://doi.org/10.56712/latam.v5i3.2061

Anderson, T. (2008). *The theory and practice of online learning (2nd ed.).* Athabasca University Press.

Antoniou, P., Myburgh-Louw, J., & Gronn, P. (2016). School self-evaluation for school improvement: Examining the measuring properties of the LEAD surveys. *Australian Journal of Education, 60*(3), 191-210. https://doi.org/10.1177/0004944116667310

Arenas, A., Gortazar, L., Martínez, A., Mata, I., & Zubillaga , A. (2022). *Pérdida de aprendizaje tras un año de pandemia: El caso de Euskadi.* COTEC.

Asamblea General de Naciones Unidas. (21 de octubre de 2015). Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. *Resolución aprobada por la Asamblea General el 25 de septiembre de 2015* . Naciones Unidas. https://digitallibrary.un.org/record/3923923?v=pdf

Ausubel, D. P. (1968). *Educational Psychology: A Cognitive View.* Holt, Rinehart & Winston.

Auzmendi, E. (1992). *Las actitudes hacia la matemática-estadística en las enseñanzas medias y universitaria: características y medición.* Mensajero.

Ayil Carrillo, J. S. (2018). Entorno virtual de aprendizaje: una herramienta de apoyo para la enseñanza de las matemáticas. *Revista De Investigación En Tecnologías De La Información, 6*(11), 34–39. https://doi.org/10.36825/RITI.06.11.006

Azeem, S., & Abbas , M. (2025). Personality correlates of academic use of generative artificial intelligence and its outcomes: Does fairness matter? . *Education and Information Technologies, 30*(13), 18131–18155 . https://doi.org/10.1007/s10639-025-13489-6

Azorín, C., & Ainscow, M. (2018). Guiding schools on their journey towards inclusion. *International Journal of Inclusive Education, 24*(1), 58-76. https://doi.org/10.1080/13603116.2018.1450900

Baker, R., & Siemens, G. (2014). Educational data mining and learning analytics. En R. K. Sawyer, *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences* (págs. 253–272). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9781139519526.016

Balbi, A., Berrutti, S., Tejera, M., Gonzalez, E., & Bonilla, M. (2024). Tecnologías Digitales y Evaluación Formativa en Clases de Matemática: una revisión de la literatura. *Bolema, 38*(e230045). https://doi.org/10.1590/1980-4415v38a230045

Barberá, E., & Badía, A. (2004). *Educar con aulas virtuales: Orientaciones para la innovación en el proceso de enseñanza y aprendizaje.* Antonio Machado Libros.

Barr, R. B., & Tagg, J. (1995). From Teaching to Learning: A New Paradigm For Undergraduate Education. *Change: The Magazine of Higher Learning, 27*(6), 12–26. https://doi.org/10.1080/00091383.1995.10544672

Barrett, H. C. (2007). Researching electronic portfolios and learner engagement: The REFLECT initiative. *Journal of Adolescent & Adult Literacy, 50*(6), 436–449. https://doi.org/10.1598/JAAL.50.6.2

Bates, A. W. (2005). *Technology, e-learning and Distance Education (2nd ed.).* Routledge. https://doi.org/10.4324/9780203463772

Bates, A. W. (2015). *Teaching in a Digital Age: Guidelines for designing teaching and learning.* BCcampus. https://opentextbc.ca/teachinginadigitalage/

Bates, A. W., & Sangrà, A. (2011). *Managing technology in higher education: Strategies for transforming teaching and learning.* Jossey-Bass.

Bennett, S., Maton, K., & Kervin, L. (2008). The 'digital natives' debate: A critical review of the evidence. *British Journal of Educational Technology, 39*(5), 775-786. https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2007.00793.x

Bergmann , J., & Sams, A. (2012). *Flip Your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every Day.* International Society for Technology in Education.

Bernard, R. M., Borokhovski, E., Schmid, R. F., Tamim, R. M., & Abrami , P. C. (2014). A meta-analysis of blended learning and technology use in higher education: From the

general to the applied. *Journal of Computing in Higher Education, 26*(1), 87-122. https://doi.org/10.1007/s12528-013-9077-3

Black, P., & Wiliam, D. (1998). Assessment and Classroom Learning. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice, 5*(1), 7–74. https://doi.org/10.1080/0969595980050102

Black , P., & Wiliam , D. (2009). Developing the theory of formative assessment. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability , 21*, 5-31. https://doi.org/10.1007/s11092-008-9068-5

Bloxham, S., & Boyd, P. (2007). *Developing effective assessment in higher education: A practical guide.* McGraw-Hill Education.

Boaler , J. (2016). *Mathematical mindsets: Unleashing students' potential through creative math, inspiring messages and innovative teaching.* Jossey-Bass.

Bolívar, A. (2019). *Una dirección escolar con capacidad de liderazgo pedagógico.* La Muralla.

Bonwell, C. C., & Eison, J. A. (1991). *Active learning: Creating excitement in the classroom.* The George Washington University, School of Education and Human Development.

Borko, H. (2004). Professional development and teacher learning: Mapping the terrain. *Educational Researcher, 33*(8), 3-15. https://doi.org/10.3102/0013189X033008003

Boticario, J. G., & Santos, O. C. (2007). An open IMS-based user modelling approach for developing adaptive learning management systems. *Journal of Interactive Media in Education, 2007*(1), 4. https://doi.org/10.5334/2007-2

Bozkurt, A., & Sharma, R. C. (2020). Emergency remote teaching in a time of global crisis due to CoronaVirus pandemic. *Asian Journal of Distance Education, 15*(1), i-vi. https://doi.org/10.5281/zenodo.3778083

Bozkurt, A., Jung, I., Xiao, J., Vladimirschi, V., Schuwer, R., Egorov, G., Lambert, S., Al-Freih, M., Pete, J., Olcott, J. D., Rodes, V., Aranciaga, I., Bali, M., Álvarez, J. A.,

Roberts, J., Pazurek, A., Raffaghelli, J.E., Panagiotou, N., Coëtlogon, P., & Shahadu, S. (2020). A global outlook to the interruption of education due to COVID-19 pandemic: Navigating in a time of uncertainty and crisis. *Asian Journal of Distance Education, 15*(1), 1-126. https://doi.org/10.5281/zenodo.3778083

Branch, R. M. (2009). *Instructional design: The ADDIE approach.* Springer.

Bray , B., & McClaskey, K. (2015). *Make learning personal: The what, who, WOW, where, and why* . Corwin.

Brookhart., S. M. (2013). *How to create and use rubrics for formative assessment and grading.* ASCD.

Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated Cognition and the Culture of Learning. *Educational Researcher, 18*(1), 32-42. https://doi.org/10.3102/0013189X018001032

Bruner, J. S. (1961). The act of discovery. *Harvard Educational Review, 31*(1), 21–32.

Bulut, O., Beiting-Parrish, M., Casabianca, J. M., Slater, S. C., Jiao, H., Song, D., Ormerod, C.M., Fabiyi, D.G., Ivan, R., Walsh, C., Ríos, O., Wilson, J., Yildirim-Erbasli, S.N., Wongvorachan, T., Liu, J.X., Tan, B., & Morilova, P. (2024). *The rise of artificial intelligence in educational measurement: Opportunities and ethical challenges.* arXiv. https://doi.org/10.48550/arXiv.2406.18900

Business Insider Intelligence. (2018). The types of chatbots [imagen]. https://bit.ly/3BuRz7C

Butcher, N. (2015). *Guía básica de recursos educativos abiertos (REA).* UNESCO.

Calculo.cc. (2012). *Problemas resueltos de Programación Lineal:11*. https://bit.ly/3qWnEAt

Calle Morales, D. M., & Narváez Miranda, E. D. (2022). *Desarrollo de un plugin de recomendaciones tipo chatbot orientado a estudiantes para la plataforma Moodle [Trabajo de titulación]*. Universidad de Cuenca. http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/39021

Campos Mamani, M. R., Mamani Umpire, H. B., & Umpiri Huamani, J. C. (2020). *Uso de la plataforma en línea Google Classroom y su influencia en el aprendizaje de matemáticas en los estudiantes de la IE Julio C. Tello, Arequipa, 2019 [Tesis de grado]*. Universidad católica de Santa María. https://repositorio.ucsm.edu.pe/server/api/core/bitstreams/23923092-ad22-4ffa-b619-f210a0efdc86/content

Capraro, R. M., Capraro, M. M., & Morgan, J. (2013). *STEM Project-Based Learning: An Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach.* Sense Publishers. https://doi.org/10.1007/978-94-6209-143-6

Carbonneau, K. J., Marley, S. C., & Seli, J. P. (2013). A meta-analysis of the efficacy of teaching mathematics with concrete manipulatives. *Journal of Educational Psychology, 105*(2), 380-400. https://doi.org/10.1037/a0031084

Cárdenas Lizarazo, J. A. (s.f.). La evaluación de la resolución de problemas en matemáticas: concepciones y prácticas de los profesores de secundaria (Tesis doctoral). *2015.* Universidad de Extremadura.

Carr, W., & Kemmis, S. (1988). *Teoría crítica de la enseñanza: La investigación-acción en la formación del profesorado.* Martínez Roca.

Carretero , S., Vuorikari , R., & Punie, Y. (2017). *DigComp 2.1: The digital competence framework for citizens with eight proficiency levels and examples of use.* Publications Office of the European Union. https://doi.org/10.2760/38842

Centre for Educational Neuroscience. (s.f). *Children have different learning styles*. Centre for Educational Neuroscience: https://www.educationalneuroscience.org.uk/resources/neuromyth-or-neurofact/children-have-different-learning-styles/

Chappuis, J., & Stiggins, R. J. (2016). *An Introduction to Student-Involved Assessment FOR Learning (7ª ed.).* Pearson.

Chen, P. D., Lambert , A. D., & Guidry, K. R. (2010). Engaging online learners: The impact of Web-based learning technology on college student engagement. *Computers & Education, 54*(4), 1222-1232. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2009.11.008

Chesbrough, H. W. (2003). *Open innovation: The new imperative for creating and profiting from technology.* Harvard Business School Press.

Choi de Mendizábal, Á. B. (2018). Desigualdades socioeconómicas y rendimiento académico en España. *El observatorio Social de la Fundación La Caixa*. https://elobservatoriosocial.fundacionlacaixa.org/es/-/desigualdades-socioeconomicas-y-rendimiento-academico/

Christensen, C. M., Horn , M. B., & Johnson, C. W. (2008). *Disrupting class: How disruptive innovation will change the way the world learns.* McGraw-Hill.

Cobb, P., Yackel, E., & Wood, T. (1992). A constructivist alternative to the representational view of mind in mathematics education. *Journal for Research in Mathematics Education, 23*(1), 2-33. https://doi.org/10.2307/749161

Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2011). *Research Methods in Education (7th edition).* Routledge.

Colás, M. P., & Buendía, L. (1994). *Investigación Educativa (2.ª ed.).* Alfar.

Cole, J., & Foster, H. (2008). *Using Moodle: Teaching with the popular open source course management system (2nd edition).* O'Reilly Media.

Colmenares, A. M., & Piñero, M. L. (2008). La Investigación Acción: Una herramienta metodológica heurística para la comprensión y transformación de realidades y prácticas socio-educativas. *Laurus, 14*(27), 96-114.

Comisión Europea. (2020). *Plan de Acción de Educación Digital 2021-2027: Adaptar la educación y la formación a la era digital.* Comisión Europea. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0624

Comisión Europea: Dirección General de Educación, Juventud, Deporte y Cultura. (2021). *Monitor de la educación y la formación de 2021: España.* Oficina de Publicaciones de la Unión Europea. https://data.europa.eu/doi/10.2766/706568

Comisión Europea: Dirección General de Educación, Juventud, Deporte y Cultura. (2022). *Monitor de la educación y la formación de 2022 : España.* Oficina de Publicaciones de la Unión Europea. https://data.europa.eu/doi/10.2766/25843

Comisión Europea: Dirección General de Educación, Juventud, Deporte y Cultura. (2023). *Monitor de la educación y la formación de 2023: España.* Oficina de Publicaciones de la Unión Europea. https://data.europa.eu/doi/10.2766/520401

Comisión Europea: Dirección General de Educación, Juventud, Deporte y Cultura. (2024). *Monitor de la educación y la formación de 2024 : España.* Oficina de Publicaciones de la Unión Europea. https://data.europa.eu/doi/10.2766/511

Comisión Internacional sobre los Futuros de la educación. (2020). *La educación en un mundo tras la COVID: nueve ideas para la acción pública.* UNESCO.

Consejería de Educación de Castilla y León. (4 de diciembre de 2014). ORDEN EDU/1056/2014, de 4 de diciembre, por la que se regula la organización y funcionamiento de la Red de formación y la planificación, desarrollo y evaluación de la formación permanente del profesorado de enseñanzas no universitarias que presta sus servicios en centros docentes sostenidos con fondos públicos en la Comunidad de Castilla y León. *Boletín Oficial de Castilla y León* (241), 83752-83775. https://bocyl.jcyl.es/boletin.do?fechaBoletin=16/12/2014

Consejería de Educación de Castilla y León. (12 de junio de 2018). ORDEN EDU/600/2018, de 1 de junio, por la que se regula el procedimiento para la obtención de la certificación del nivel de competencia digital «CoDiCe TIC», en la integración de las tecnologías de la información y la comunicación, de los centros educativos no universitarios sostenidos con fondos públicos de la Comunidad de Castilla y León. *Boletín Oficial de Castilla y León,* (112), págs. 23304-23313. https://bocyl.jcyl.es/html/2018/06/12/html/BOCYL-D-12062018-1.do

Consejería de Educación de la Junta de Castilla y León. (30 de septiembre de 2022). DECRETO 40/2022, de 29 de septiembre, por el que se establece la ordenación y el currículo del bachillerato en la Comunidad de Castilla y León. *Boletín Oficial de Castilla y León, Núm. 190*, págs. 49543-50352. https://bocyl.jcyl.es/eli/es-cl/d/2022/09/29/40/

Consejería de Educación de Castilla y León. (s.f.). *TIMSS 2023.* educacyl. Portal de educación: https://www.educa.jcyl.es/es/temas/calidad-evaluacion/evaluaciones-educativas/evaluaciones-internacionales-educacion/timss-2023

Consejo de la Unión Europea. (28 de mayo de 2009). Conclusiones del Consejo de 12 de mayo de 2009 sobre un marco estratégico para la cooperación europea en el ámbito de la educación y la formación (ET 2020). *Diario Oficial de la Unión Europea*, pág. C 119/2. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52009XG0528(01)

Consejo de la Unión Europea. (4 de junio de 2018). Recomendación del Consejo de 22 de mayo de 2018 relativa a las competencias clave para el aprendizaje permanente. *Diario Oficial de la Unión Europea*, pág. C 189/1. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604(01)

Consejo de la Unión Europea. (26 de febrero de 2021). Resolución del Consejo relativa a un marco estratégico para la cooperación europea en el ámbito de la educación y la

formación con miras al Espacio Europeo de Educación y más allá (2021-2030). *Diario Oficial de la Unión Europea, C 66*, págs. 1-21. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A32021G0226%2801%29

Consejo Escolar del Estado. (2021). *Informe 2021 sobre el estado del sistema educativo. Curso 2019-2020.* Ministerio de Educación y Formación Profesional. https://www.educacionfpydeportes.gob.es/mc/cee/publicaciones/informes-del-sistema-educativo/informe-2021.html

Contrino , M. F., Reyes-Millán , M., Vázquez-Villegas, P., & Membrillo-Hernández, J. (2024). Using an adaptive learning tool to improve student performance and satisfaction in online and face-to-face education for a more personalized approach. *Smart Learning Environments, 11*(6), 1-24. https://doi.org/10.1186/s40561-024-00292-y

Costa, P., Castaño-Muñoz, J., & Kampylis, P. (2021). Capturing schools' digital capacity: Psychometric analyses of the SELFIE self-reflection tool. *Computers & Education, 162*. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104080

Craft, A. (2005). *Creativity in Schools: Tensions and Dilemmas.* Routledge. https://doi.org/10.4324/9780203357965

Cristancho Cárdenas, D. M., & Cristancho Cárdenas, L. Y. (2018). Aprendizaje basado en problemas en matemáticas: el concepto de fracción. *Educación y Ciencia*(21), 45-58. https://doi.org/10.19053/0120-7105.eyc.2018.21.e9387

Cuban, L., & Jandrić , P. (2015). The dubious promise of educational technologies: Historical patterns and future challenges. *E-Learning and Digital Media, 12*(3-4), 425-439. https://doi.org/10.1177/2042753015579978

Darling-Hammond, L., Flook, L., Cook-Harvey, C., Barron, B., & Osher, D. (2020). Implications for educational practice of the science of learning and development.

Applied Developmental Science, 24(2), 97-140. https://doi.org/10.1080/10888691.2018.1537791

Darling-Hammond, L., Hyler, M. E., & Gardner, M. (2017). *Effective teacher professional development.* Learning Policy Institute. https://doi.org/10.54300/122.311

Davar, N. F., Dewan, M. A., & Zhang, X. (2025). AI Chatbots in Education: Challenges and Opportunities. *Information, 16*(3), 235. https://doi.org/10.3390/info16030235

Dearing, J. W. (2009). Applying Diffusion of Innovation Theory to Intervention Development. *Research on Social Work Practice, 19*(5), 503-518. https://doi.org/10.1177/1049731509335569

Dede, C. (2010). Comparing frameworks for 21st century skills. En J. Bellanca, & R. Brandt (Edits.), *21st century skills: Rethinking how students learn* (págs. 51-76). Solution Tree Press.

Dellermann, D., Calma, A., Lipusch, N., Weber, T., Weigel, S., & Ebel, P. (2021). *The future of human-AI collaboration: A taxonomy of design knowledge for hybrid intelligence systems.* arXiv. https://doi.org/10.48550/arXiv.2105.03354

Denzin, N. K. (2017). *The research act: A theoretical introduction to sociological methods.* Routledge. https://doi.org/10.4324/9781315134543

Desimone, L. M., & Garet, M. S. (2015). Best practices in teachers' professional development in the United States. *Psychology, Society & Education, 7*(3), 252-263. https://doi.org/10.25115/psye.v7i3.515

Deterding, S., Dixon , D., Khaled , R., & Nacke , L. (2011). From game design elements to gamefulness: Defining gamification. *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments* (págs. 9-15). Tampere, Finland. : ACM. https://doi.org/10.1145/2181037.2181040

Dicheva, D., Dichev, C., Agre, G., & Angelova, G. (2015). Gamification in Education: A Systematic Mapping Study. *Journal of Educational Technology & Society, 18*(3), 75–88. http://www.jstor.org/stable/jeductechsoci.18.3.75

Dillenbourg, P. (1999). What do you mean by collaborative learning? En P. Dillenbourg, *Collaborative-learning: Cognitive and Computational Approaches* (págs. 1-19). Oxford: Elsevier.

Dirección General de Innovación y Formación del Profesorado. (2021). *Plan de competencia digital educativa #CompDigEdu_CyL: Guía para centros educativos 2021-2024.* Consejería de Educación de Castilla y León. https://www.educa.jcyl.es/educacyl/cm/gallery/CDE/Guia%20para%20centros%20educativos%20%23CompDigEdu.pdf

Dobre, I. (2015). Learning management systems for higher education: An overview of available options for higher education organizations. *Procedia-Social and Behavioral Sciences, 180*, 313-320. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.02.122

Doll , W. E. (2004). The Four R's—An Alternative to the Tyler Rationale. En D. J. Flinders, & S. J. Thornton (Edits.), *Curriculum Studies Reader E2* (págs. 253-260). Routledge. https://doi.org/10.4324/9780203017609

Dougiamas , M., & Taylor , P. C. (2003). Moodle: Using Learning Communities to Create an Open Source Course Management System. En D. Lassner, & C. McNaught (Ed.), *Proceedings of ED-MEDIA 2003-World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications* (págs. 171-178). Honolulu: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE). https://www.learntechlib.org/primary/p/13739/

Downes, S. (2012). *Connectivism and connective knowledge: Essays on meaning and learning networks.* National Research Council Canada. http://www.downes.ca/files/books/Connective_Knowledge-19May2012.pdf

Drake, S. M., Kolohon, W., & Reid, J. L. (2014). *Interweaving Curriculum and Classroom Assessment: Engaging the 21st Century Learner.* Oxford University Press.

Drucker, P. F. (1986). *Innovation and entrepreneurship: Practice and principles.* Harper & Row.

Dziuban, C., Moskal, P., & Hartman, J. (2016). *Adapting to Learn, Learning to Adapt.* EDUCAUSE Center for Analysis and Research (ECAR) Research Bulletin.

Ehlers, U. D., & Schneckenberg, D. (Edits.). (2010). *Changing cultures in higher education: Moving ahead to future learning.* Springer.

Elliott, J. (2005). *La investigación-acción en educación (quinta ed.).* Morata.

Elliott, J. (2015). Lesson and Learning study and the idea of the teacher as a researcher. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado, 29*(3), 29-46.

Ertmer, P. A. (2005). Teacher pedagogical beliefs: The final frontier in our quest for technology integration? . *Educational Technology Research and Development, 53*(4), 25–39. https://doi.org/10.1007/BF02504683

Ertmer, P. A., & Ottenbreit-Leftwich, A. T. (2010). Teacher technology change: How knowledge, confidence, beliefs, and culture intersect. *Journal of Research on Technology in Education, 42*(3), 255-284. https://doi.org/10.1080/15391523.2010.10782551

European Commission. (2020). *Digital Education Action Plan 2021–2027: Resetting education and training for the digital age.* Publications Office of the European Union. https://education.ec.europa.eu/sites/default/files/document-library-docs/deap-communication-sept2020_en.pdf

European Commission. (6 de March de 2024). *About SELFIE*. SELFIE: A tool to support learning in the digital age: https://education.ec.europa.eu/selfie/about-selfie

Eynon, R., & Malmberg , L. E. (2011). A typology of young people's internet use: Implications for education. *Computers & Education, 56*(3), 585-595. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.09.020

Fadel, C., Bialik, M., & Trilling, B. (2015). *Four-dimensional education: The competencies learners need to succeed.* Center for Curriculum Redesign.

Fang, J. W., Chang, S. C., Hwang, G. J., & Yang, G. (2021). An online collaborative peer-assessment approach to strengthening pre-service teachers' digital content development competence and higher-order thinking tendency. *Educational Technology Research and Development, 69*(2), 1155–1181. https://doi.org/10.1007/s11423-021-09990-7

Felder, R. M., & Brent, R. (2016). *Teaching and Learning STEM: A Practical Guide.* Jossey-Bass.

Fernández Naranjo, A., & Rivero López, M. (2014). Las plataformas de aprendizajes, una alternativa a tener en cuenta en el proceso de enseñanza aprendizaje. *Revista Cubana de Informática Médica, 6*(2), 207-221.

Fishbein, M., & Ajzen, I. (2010). *Predicting and changing behavior: The reasoned action approach.* Psychology Press.

Flores-Vivar, J. M., & García-Peñalvo, F. J. (2023). La vida algorítmica de la educación: Herramientas y sistemas de inteligencia artificial para el aprendizaje en línea. En G. Bonales Daimiel, & J. Sierra Sánchez, *Desafíos y retos de las redes sociales en el ecosistema de la comunicación* (Vol. 1, págs. 109-121). McGraw-Hil.

Floridi, L., & Cowls, J. (2019). A Unified Framework of Five Principles for AI in Society. *Harvard Data Science Review, 1*(1). https://doi.org/10.1162/99608f92.8cd550d1

Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 111*(23), 8410-8415. https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111

Fullan , M. (2014). *The principal: Three keys to maximizing impact.* Jossey-Bass.

Fullan, M. (2015). *The New Meaning of Educational Change (5th ed.).* Teachers College Press.

Fullan, M., & Donnelly , K. (2013). *Alive in the swamp: Assessing digital innovations in education.* Nesta. https://www.nesta.org.uk/report/alive-in-the-swamp-assessing-digital-innovations-in-education/

Fullan, M., & Langworthy, M. (2014). *A Rich Seam: How New Pedagogies Find Deep Learning.* Pearson. https://www.michaelfullan.ca/wp-content/uploads/2014/01/3897.Rich_Seam_web.pdf

Gagné, R. M. (1985). *The conditions of learning and theory of instruction (4th ed.).* Holt, Rinehart and Winston.

Gallego Gil, D. J., & Alonso García, C. M. (2012). Los estilos de aprendizaje como una estrategia pedagógica del siglo XXI. *Revista Electrónica de Socioeconomía, Estadística e Informática (RESEI), 1*(1), 20-41.

Gándara, D., Anahideh , H., Ison, M. P., & Picchiarini, L. (2024). Inside the Black Box: Detecting and Mitigating Algorithmic Bias Across Racialized Groups in College Student-Success Prediction. *AERA Open, 10*. https://doi.org/10.1177/23328584241258741

Garcia-Brustenga, G., Fuertes-Alpiste, M., & Molas Castells, N. (2018). *Briefing paper: chatbots in education.* Universitat Oberta de Catalunya. eLearning Innovation Center. https://doi.org/10.7238/elc.chatbots.2018

Garrison , D. R., & Anderson, T. (2003). *E-learning in the 21st century: A framework for research and practice* . Routledge. https://doi.org/10.4324/9780203166093

Giannakos, M., Azevedo, R., Brusilovsky, P., Cukurova, M., Dimitriadis, Y., Hernandez-Leo, D., Järvelä, S., Mavrikis, M., & Rienties , B. (2024). The promise and challenges of generative AI in education. *Behaviour & Information Technology, 44*(11), 2518–2544. https://doi.org/10.1080/0144929X.2024.2394886

Gikandi, J. W., Morrow , D., & Davis, N. E. (2011). Online formative assessment in higher education: A review of the literature. *Computers & Education, 57*(4), 2333–235. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.06.004

Gillani, N., Eynon, R., Chiabaut, C., & Finkel, K. (2023). Unpacking the "Black Box" of AI in Education. *Educational Technology & Society, 26*(1), 99-111. https://www.jstor.org/stable/48707970

Giraldo , M. C. (2016). *Memoria Proyecto de Innovación Educativa: Aula virtual para pendientes.* Educacyl: https://shre.ink/gk7w

Giraldo, M. C. (2017). Proyecto de Innovación en Educación Secundaria: Aula virtual para pendientes. *III Congreso Internacional de Educación Mediática y Competencia Digital.* Segovia: Universidad de Valladolid. https://portaldelaciencia.uva.es/documentos/619ca196a08dbd1b8f9f43d2

Giraldo, M. C. (2020). Hoja de ruta para la enseñanza virtual. En REDINE (Ed.), *Conference Proceedings EDUNOVATIC 2020.* Adaya Press. https://doi.org/10.58909/adc20576280

Giraldo, M. C. (2022). Chatbot para Matemáticas. En Consejería de Educación de la Junta de CyL. (Ed.), *XV Congreso Regional de Educación Matemática y IV Jornada Geogebra de Castilla y León* (págs. 220-228). Asociación Castellana y Leonesa de Educación Matemática Miguel de Guzmán.

Giraldo Pérez, M. C. (2024). Impacto del chatbot en Programación lineal para contextos económicos y empresariales: Experiencia en Bachillerato. En R. Reier Forradellas, & S. L. Náñez Alonso, *Impacto de la digitalización en los nuevos modelos de negocio* (págs. 186-195). DYKINSON, S.L.

Giraldo Pérez, M. C., Marbán Prieto, J. M., & Rubia Avi, B. (2024). Impacto de las Instrucciones de evaluación en los resultados de Matemáticas en Secundaria durante la pandemia de COVID-19. *REIDOCREA, 13*(26), 376-391. https://hdl.handle.net/10481/96136

Gobierno de España. (10 de diciembre de 2013). Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa. *Boletín Oficial del Estado*(295), 97858-97921. https://www.boe.es/eli/es/lo/2013/12/09/8

González-González, C. S. (2023). El Impacto de la Inteligencia Artificial en la Educación: Transformación de la Forma de Enseñar y de Aprender. *Revista Qurriculum*(julio 2023), 51-60. https://doi.org/10.25145/j.qurricul.2023.36.03

Guamán Gómez, V. J., & Espinoza Freire, E. E. (2022). Aprendizaje basado en problemas para el proceso de enseñanza-aprendizaje. *Revista Universidad y Sociedad, 14*(2), 124-131.

Guba, E. G., & Lincoln , Y. S. (1982). Epistemological and methodological bases of naturalistic inquiry. *ECTJ, 30*(4), 233–252. https://doi.org/10.1007/BF02765185

Guskey, T. R. (2002). Professional development and teacher change. *Teachers and Teaching: Theory and Practice, 8*(3), 381-391. https://doi.org/10.1080/135406002100000512

Hall, G. E., & Hord, S. M. (2015). *Implementing change : patterns, principles, and potholes (4th ed.).* Pearson.

Hannula , M. S. (2002). Attitude towards mathematics: emotions, expectations and values. *Educational Studies in Mathematics, 49*, 25–46. https://doi.org/10.1023/A:1016048823497

Harasim, L. (2000). Shift happens: Online education as a new paradigm in learning. *The Internet and Higher Education, 3*(1-2), 41-61. https://doi.org/10.1016/S1096-7516(00)00032-4

Hargreaves , A., & Fink, D. (2006). *Sustainable leadership.* Jossey-Bass.

Hargreaves , A., & Shirley, D. (2009). *The Fourth Way: The Inspiring Future for Educational Change.* Corwin Press. https://doi.org/10.4135/9781452219523

Hattie, J. (2009). *Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement (1st ed.).* Routledge. https://doi.org/10.4324/9780203887332

Hazzan, O., & Zazkis, R. (2005). Reducing abstraction: The case of school mathematics. *Educational Studies in Mathematics, 58*(1), 101–119. https://doi.org/10.1007/s10649-005-3335-x

Heid, M. K. (2005). Technology in mathematics education: Tapping into visions of the future. En W. J. Masalski (Ed.), *Technology-supported mathematics learning environments: Sixty-seventh yearbook* (págs. 345–366). National Council of Teachers of Mathematics.

Heritage, M. (2010). *Formative Assessment: Making it Happen in the Classroom.* Corwin Press. https://doi.org/10.4135/9781452219493

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación (6.ª ed.).* McGraw-Hill Education.

Hiebert, J., & Carpenter, T. P. (1992). Learning and teaching with understanding. En D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (págs. 65-97). Macmillan.

Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-based learning: What and how do students learn? *Educational Psychology Review, 16*(3), 235-266. https://doi.org/10.1023/B:EDPR.0000034022.16470.f3

Hodges, C., Moore, S., Lockee, B., Trust, T., & Bond, A. (27 de March de 2020). The Difference Between Emergency Remote Teaching and Online Learning. *EDUCAUSE Review*. https://er.educause.edu/articles/2020/3/the-difference-between-emergency-remote-teaching-and-online-learning

Hohenwarter , M., & Lavicza, Z. (2007). Mathematics teacher development with ICT: Towards an International GeoGebra Institute. *Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics, 27*(3), 49-54.

Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning.* Center for Curriculum Redesign.

Holstein, K., & Doroudi, S. (2021). *Equity and Artificial Intelligence in Education: Will "AIEd" Amplify or Alleviate Inequities in Education?* arXiv. https://doi.org/10.48550/arXiv.2104.12920

Honey, P., & Mumford , A. (1986). *Using Your Learning Styles.* Peter Honey Publications.

Hopf , K., Nahr , N., Staake, T., & Lehner, F. (2024). The group mind of hybrid teams with humans and intelligent agents in knowledge-intense work. *Journal of Information Technology, 40*(1), 9-34. https://doi.org/10.1177/02683962241296883

Horn, M. B., & Staker, H. (2015). *Blended: Using disruptive innovation to improve schools.* Jossey-Bass.

Hrastinski, S. (2009). A theory of online learning as online participation. *Computers & Education, 52*(1), 78-82. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2008.06.009

Instituto Nacional de Evaluación Educativa. (2024). *Panorama de la educación. Indicadores de la OCDE 2024: Informe español.* Secretaría General Técnica. https://www.libreria.educacion.gob.es/libro/panorama-de-la-educacion-indicadores-de-la-ocde-2024-informe-espanol_184584/

Iqbal, M., Khan, N. U., & Imran, M. (2024). The Role of Artificial Intelligence (AI) In Transforming Educational Practices: Opportunities, Challenges, and Implications. *Qlantic Journal of Social Sciences , 5*(2), 348-359. https://doi.org/10.55737/qjss.349319430

Jaggars, S. S., & Xu , D. (2016). How do online course design features influence student performance? *Computers & Education, 95*, 270-284. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.01.014

Jarrahi , M. H., Lutz , C., & Newlands, G. (2022). Artificial intelligence, human intelligence and hybrid intelligence based on mutual augmentation. *Big Data & Society, 9*(2). https://doi.org/10.1177/20539517221142824

Jefatura del estado. (4 de mayo de 2006). Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. *Boletín Oficial del Estado, núm 106*, págs. 17158-17207. https://www.boe.es/eli/es/lo/2006/05/03/2

Jefatura del Estado. (6 de diciembre de 2018). Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales. *Boletín Oficial del Estado, Núm. 294*, pág. 119788 a 119857. https://www.boe.es/eli/es/lo/2018/12/05/3/con

Jefatura del Estado. (30 de diciembre de 2020). Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. *Boletín Oficial del Estado*(340), 122868 a 122953. https://www.boe.es/eli/es/lo/2020/12/29/3

Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1989). *Cooperation and Competition: Theory and Research.* Interaction Book Company.

Johnson , D. W., & Johnson, R. T. (2009). An educational psychology success story: Social interdependence theory and cooperative learning. *Educational Researcher, 38*(5), 365-379. https://doi.org/10.3102/0013189X09339057

Johnson, L., Adams Becke, S., Estrada, V., & Freeman, A. (2015). *NMC Horizon Report: 2015 Higher Education Edition.* The New Media Consortium.

Jorrín-Abellán, I. M., Fontana Abad, M., & Rubia Avi, B. (2021). *Investigar en educación.* Editorial Síntesis.

Jupri , A., & Drijvers , P. (2016). Student difficulties in mathematizing word problems in algebra. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 12*(9), 2481–2502. https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1299a

Kallick, B., & Zmuda, A. (2017). *Students at the center: Personalized learning with habits of mind.* ASCD.

Kaput, J. J. (1992). Technology and mathematics education. En D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (págs. 515-556). Macmillan.

Kemmis, S. (2010). What is to be done? The place of action research. *Educational Action Research, 18*(4), 417–427. https://doi.org/10.1080/09650792.2010.524745

Kemmis , S., McTaggart , R., & Nixon, R. (2014). *The Action Research Planner: Doing Critical Participatory Action Research.* Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-4560-67-2

Kennedy, A. (2014). Models of Continuing Professional Development: a framework for analysis. *Professional Development in Education, 40*(3), 336-351. https://doi.org/10.1080/19415257.2014.929293

Kirschner, P. A. (2017). Stop propagating the learning styles myth. *Computers & Education, 106*, 166-171. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.12.006

Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development.* Prentice Hall.

Kools, M., & Stoll, L. (2016). What Makes a School a Learning Organisation? *OECD Education Working Papers*(137). https://doi.org/10.1787/5jlwm62b3bvh-en

Kop , R., & Hill , A. (2008). Connectivism: Learning theory of the future or vestige of the past? *The International Review of Research in Open and Distance Learning, 9*(3), 1-13. https://doi.org/10.19173/irrodl.v9i3.523

Korthagen, F. (2017). Inconvenient truths about teacher learning: towardsprofessional development 3.0. *Teachers and Teaching: Theory and Practice, 23*(4), 387–405. https://doi.org/10.1080/13540602.2016.1211523

Kotter , J. P., & Schlesinger, L. A. (July-August de 2008). Choosing strategies for change. *Harvard Business Review*. https://hbr.org/2008/07/choosing-strategies-for-change

La Barbera , D., Roitero, K., & Mizzaro, S. (2023). Combining human intelligence and machine learning for fact-checking: Towards a hybrid human-in-the-loop framework. *Intelligenza Artificiale, 17*(2), 163-172. https://doi.org/10.3233/IA-230011

Labadze, L., Grigolia, M., & Machaidze, L. (2023). Role of AI chatbots in education: systematic literature review. *International Journal of Educational Technology in Higher Education, 20*(56). https://doi.org/10.1186/s41239-023-00426-1

Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation.* Cambridge University Press.

Laurillard, D. (2012). *Teaching as a design science: Building pedagogical patterns for learning and technology.* Routledge. https://doi.org/10.4324/9780203125083

Leithwood, K., & Jantzi, D. (2006). Transformational school leadership for large-scale reform: Effects on students, teachers, and their classroom practices. *School Effectiveness and School Improvement, 17*(2), 201-227. https://doi.org/10.1080/09243450600565829

León Pereira, C. C., & Heredia-Escoza, Y. (2020). Uso de Recursos Educativos Abiertos en Matemáticas para la Formación Integral de Estudiantes de Grado Séptimo de Educación Básica Secundaria. *Panorama, 14*(26), 51-77. https://doi.org/10.15765/pnrm.v14i26.1481

Leris López, D., Vea Muniesa, F., & Velamazán Gimeno, Á. (2015). Aprendizaje adaptativo en moodle: tres casos prácticos. *Education in the Knowledge Society, 16*(4), 138-157. https://doi.org/10.14201/eks201516138157

Lin, Q. (2022). The relationship between distributed leadership and teacher innovativeness: Mediating roles of teacher autonomy and professional collaboration. *Frontiers in Psychology, 13*(948152). https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.948152

Long, P., & Siemens, G. (2011). Penetrating the fog: Analytics in learning and education. *EDUCAUSE Review, 46*(5), 30. https://er.educause.edu/-/media/files/article-downloads/erm1151.pdf

López , E., Álvarez , C. J., & Ruvalcabar, O. (2022). Actitud hacia el aprendizaje de las matemáticas en estudiantes de bachillerato. *Revista Varela, 22*(63), 248-257. https://revistavarela.uclv.edu.cu/index.php/rv/article/view/1436

Luckin, R., Holmes, W., Griths, M., & Forcier, L. B. (2016). *Intelligence Unleashed: An argument for AI in education.* Pearson.

MacGilchrist, B., Myers, K., & Reed, J. (2004). *The intelligent school (2nd ed.).* Sage Publications.

Maity, S., & Deroy, A. (2024). Generative AI and Its Impact on Personalized Intelligent Tutoring Systems. *arXiv*. https://doi.org/10.48550/arXiv.2410.10650

Manhaeve, R., Dumančić, S., Kimmig, A., Demeester, T., & De Raedt, L. (2018). *DeepProbLog: Neural probabilistic logic programming.* arXiv. https://doi.org/10.48550/arXiv.1805.10872

Marañón Marañón, Ó., & González-García, H. (2021). Una revisión narrativa sobre el pensamiento computacional en Educación Secundaria Obligatoria. *Contextos Educativos. Revista de Educación*(27), 169–182. https://doi.org/10.18172/con.4644

Marra , G., Dumančić , S., Manhaeve , R., & De Raedt , L. (2024). From statistical relational to neurosymbolic artificial intelligence: A survey. *Artificial Intelligence, 328*, 104062. https://doi.org/10.1016/j.artint.2023.104062

Martínez González, R. A. (2007). *La investigación en la práctica educativa: Guía metodológica de investigación para el diagnóstico y evaluación en los centros docentes (Vol. 5).* Ministerio de Educación y Ciencia.

Martínez Padrón, O. J. (2013). Las creencias en la educación matemática. *Educere, 17*(57), 235-243.

Martínez-Comesaña , M., Rigueira-Díaz , X., Larrañaga-Janeiro , A., Martínez-Torres , J., Ocarranza-Prado , I., & Kreibel, D. (2023). Impacto de la inteligencia artificial en los métodos de evaluación en la educación primaria y secundaria: revisión sistemática de la literatura. *Revista de Psicodidáctica, 28*(2), 93-103. https://doi.org/10.1016/j.psicod.2023.06.001

Martín-Párraga, L., Llorente-Cejudo, C., & Cabero-Almenara, J. (2022). Análisis de las competencias digitales docentes desde los marcos e instrumentos de evaluación. *IJERI: International Journal of Educational Research and Innovation*(18), 62–79. https://doi.org/10.46661/ijeri.7444

Mato, M. D., & de la Torre, E. (2010). Evaluación de las actitudes hacia las matemáticas y el rendimiento académico. *PNA, 5*(1), 197-208. https://doi.org/10.30827/pna.v5i1.6160

McLoughlin, C., & Lee, M. J. (2010). Personalised and self-regulated learning in the Web 2.0 era: International exemplars of innovative pedagogy using social software. *Australasian Journal of Educational Technology, 26*(1), 28-43. https://doi.org/10.14742/ajet.1100

Meyer , A., Rose, D. H., & Gordon , D. (2014). *Universal Design for Learning: Theory and Practice.* CAST Professional Publishing.

Miao, F., & Cukurova, M. (2025). *Marco de competencias para docentes en materia de IA.* UNESCO. https://doi.org/10.54675/AQKZ9414

Miao, F., Holmes, W., Huang, R., & Zhang, H. (2021). *AI and education: guidance for policy-makers.* UNESCO. https://doi.org/10.54675/PCSP7350

Miao, F., Shiohira, K., & Lao, N. (2025). *Marco de competencias para estudiantes en materia de IA.* UNESCO. https://doi.org/10.54675/EKCU4552

Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital. (2021). *Plan Nacional de Competencias Digitales.* https://portal.mineco.gob.es/recursosarticulo/mineco/ministerio/ficheros/210127_plan_nacional_de_competencias_digitales.pdf

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. (3 de enero de 2015). Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. *Boletín Oficial del Estado*(3), 169-546. https://www.boe.es/boe/dias/2015/01/03/pdfs/BOE-A-2015-37.pdf

Ministerio de Educación y Formación Profesional. (2021). *Sistema estatal de indicadores de la educación 2021.* Instituto Nacional de Evaluación Educativa. https://hdl.handle.net/11162/211150

Ministerio de Educación y Formación Profesional. (16 de mayo de 2022a). Resolución de 4 de mayo de 2022, de la Dirección General de Evaluación y Cooperación Territorial, por la que se publica el Acuerdo de la Conferencia Sectorial de Educación, sobre la actualización del marco de referencia de la competencia digital docente. *Boletín Oficial del Estado*(116), 67979–68026. https://www.boe.es/eli/es/res/2022/05/04/(5)

Ministerio de Educación y Formación Profesional. (12 de julio de 2022b). Resolución de 1 de julio de 2022, de la Dirección General de Evaluación y Cooperación Territorial, por la que se publica el Acuerdo de la Conferencia Sectorial de Educación sobre la

certificación, acreditación y reconocimiento de la competencia digital do. *Boletín Oficial del Estado*(166), 97982-97986. https://www.boe.es/boe/dias/2022/07/12/pdfs/BOE-A-2022-11574.pdf

Ministerio de Educación, Formación Profesional y Deportes. (2023). *PISA 2022. Programa para la Evaluación Internacional de los Estudiantes. Informe español.* Instituto Nacional de Evaluación Educativa. https://www.libreria.educacion.gob.es/libro/pisa-2022-programa-para-la-evaluacion-internacional-de-los-estudiantes-informe-espanol_183950/

Ministerio de Educación, Formación Profesional y Deportes. (2024). *ICILS 2023. Estudio Internacional sobre Competencia Digital. Informe español.* Secretaría General Técnica. https://www.educacionfpydeportes.gob.es/inee/en/evaluaciones-internacionales/estudio-icils-2023/portada.html

Ministerio de Educación, FP y Deportes. (5 de diciembre de 2023). Presentación del informe PISA 2022 [Vídeo]. Youtube. https://www.youtube.com/watch?v=Xg7V9n5tbxs

Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record, 108*(6), 1017-1054. https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x

Molenda, M. (2003). In search of the elusive ADDIE model. *Performance Improvement , 42*(5), 34-36. https://doi.org/10.1002/pfi.4930420508

Monib, W. K., Qazi, A., Apong, R. A., Azizan, M. T., De Silva, L., & Yassin, H. (2024). Generative AI and future education: a review, theoretical validation, and authors' perspective on challenges and solutions. *PeerJ Computer Science*, 10:e2105 . https://doi.org/10.7717/peerj-cs.2105

Moore, M. G. (1989). Editorial: Three types of interaction. *American Journal of Distance Education, 3*(2), 1-7. https://doi.org/10.1080/08923648909526659

Muñoz González, M. J. (2025). Aprendizaje de calidad y las brechas educativas virtuales. *European Public & Social Innovation Review, 10*, 1-12. https://doi.org/10.31637/epsir-2025-1553

Murray, R., Caulier-Grice, J., & Mulgan, G. (2010). *The Open Book of Social Innovation.* NESTA.

National Institute of Standards and Technology. (2023). *Artificial Intelligence Risk Management Framework (AI RMF 1.0) (NIST AI 100-1).* https://doi.org/10.6028/NIST.AI.100-1

National Research Council. (2001a). *Adding It Up: Helping Children Learn Mathematics.* The National Academies Press. https://doi.org/10.17226/9822

National Research Council. (2001b). *Knowing What Students Know: The Science and Design of Educational Assessment.* The National Academies Press. https://doi.org/10.17226/10019

Nguyen, N. D. (2023). Exploring the role of AI in education. *London Journal of Social Sciences*(6), 84–95. https://doi.org/10.31039/ljss.2023.6.108

Nicol, D. (2007). E-assessment by design: Using multiple-choice tests to good effect. *Journal of Further and Higher Education, 31*(1), 53-64. https://doi.org/10.1080/03098770601167922

Nicol , D. J., & Macfarlane-Dick, D. (2006). Formative assessment and self-regulated learning: A model and seven principles of good feedback practice. *Studies in Higher Education, 31*(2), 199-218. https://doi.org/10.1080/03075070600572090

Niess, M. L. (2005). Preparing teachers to teach science and mathematics with technology: Developing a technology pedagogical content knowledge. *Teaching and Teacher Education, 21*(5), 509-523. https://doi.org/10.1016/j.tate.2005.03.006

Nikou, S. A., Perifanou, M., & Economides, A. A. (2024). Exploring Teachers' Competences to Integrate Augmented Reality in Education: Results from an International Study. *TechTrends, 68*, 1208–1221. https://doi.org/10.1007/s11528-024-01014-4

Nyaaba, M. (2024). Transforming Teacher Education in Developing Countries: The Role of Generative AI in Bridging Theory and Practice. *arXiv*(2411.10718). https://doi.org/10.48550/arXiv.2411.10718

Oñate Gómez, C. (s.f). *Cuestionario sobre hábitos de estudio*. PsicotécnicosTest.com: https://www.psicotecnicostest.com/testdepersonalidad/habitosdeestudiostest.asp

OpenAI. (1 de octubre de 2023). *ChatGPT* [Captura de pantalla de una conversación con el modelo de lenguaje GPT-3.5]. https://chat.openai.com/

OpenAI. (21 de agosto de 2024). *ChatGPT* [Captura de pantalla de una conversación con el modelo de lenguaje GPT-4o]. https://chat.openai.com/

Organisation for Economic Co-operation and Development. (2015). *Students, Computers and Learning: Making the Connection.* OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/9789264239555-en

Organisation for Economic Co-operation and Development. (2016a). *Innovating Education and Educating for Innovation: The Power of Digital Technologies and Skills.* OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/9789264265097-en

Organisation for Economic Co-operation and Development. (2016b). *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic and Financial Literacy.* OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/9789264255425-en

Organisation for Economic Co-operation and Development. (2016c). *PISA 2015 Results (Volume I): Excellence and Equity in Education.* OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/9789264266490-en

Organisation for Economic Co-operation and Development. (2018). *The future of education and skills: Education 2030 – The future we want.* OECD Publishing.

Organisation for Economic Co-operation and Development. (2019). *PISA 2018 Results (Volume I): What Students Know and Can Do.* OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/5f07c754-en

Organisation for Economic Co-operation and Development. (2020). *Back to the Future of Education: Four OECD Scenarios for Schooling.* OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/178ef527-en

Organisation for Economic Co-operation and Development. (2023a). *PISA 2022 Assessment and Analytical Framework.* OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/dfe0bf9c-en

Organisation for Economic Co-operation and Development. (2023b). *PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education.* OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/53f23881-en

Organisation for Economic Co-operation and Development. (2023c). *PISA 2022 Results (Volume II): Learning During – and From – Disruption.* OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/a97db61c-en

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2023). La escuela en la era de la inteligencia artificial. *El Correo de la UNESCO*(4). https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000387029_spa

O'Toole , J. (1995). *Leading change: Overcoming the ideology of comfort and the tyranny of custom.* Jossey-Bass.

Owoc, M. L., Sawicka, A., & Weichbroth, P. (2021). Artificial Intelligence Technologies in Education: Benefits, Challenges and Strategies of Implementation. *arXiv*(2102.09365). https://doi.org/10.48550/arXiv.2102.09365

Pablo Meza, M. M. (2015). Aplicación de software Cabry Geometry 2D y 3D en el aprendizaje de la geometría en el área de matemática en los estudiantes del 5º grado de secundaria en la institución educativa José de la Torre Ugarte Ugel N°05 El Agustino - 2014. *(Tesis de maestría).* Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle, Lima, Perú. https://repositorio.une.edu.pe/server/api/core/bitstreams/51682e1f-bddc-4d00-973f-954367f383e3/content

Pane, J. F., Steiner, E. D., Baird, M. D., & Hamilton, L. S. (2015). *Continued progress: Promising evidence on personalized learning.* RAND Corporation. www.rand.org/t/RR1365z2

Pane, J. F., Steiner, E. D., Baird, M. D., Hamilton, L. S., & Pane, J. D. (2017). *Informing Progress: Insights on Personalized Learning Implementation and Effects.* RAND Corporation.

Paniagua , A., & Istance, D. (2018). *Teachers as Designers of Learning Environments: The Importance of Innovative Pedagogies.* Educational Research and Innovation, OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/9789264085374-en

Parkes , M., Stein, S., & Reading , C. (2015). Student preparedness for university e-learning environments. *The Internet and Higher Education, 25*, 1-10. https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2014.10.002

Pastor, C. A., Arathoon, A. I., Blanco, M., Buenestado, M., Martínez, I., Sánchez, P., Sánchez, J.M., & Zubillaga, A. (s.f.). *Sobre el DUA: Principios del DUA*. educaDUA: https://www.educadua.es/html/dua/pautasDUA/dua_principios.html

Peters Motta, L. C. (2019). Chatbot para o Moodle: Apoiando os Cursos em EAD. *Revista Acadêmica Alcides Maya, 1*(2), 17-27. https://raam.alcidesmaya.com.br/index.php/RAAM/article/view/47

Piaget, J. (1952). *The Origins of intelligence in children.* International Universities Press.

Piaget, J., & Inhelder, B. (1972). *The psychology of the child.* Basic Books.

Pincay-Ponce, J. I., De Giusti, A., Reyes-Cárdenas, J. J., Franco-Pico, A. G., Macías-Espinales, A. V., & Quiroz-Palma, P. A. (2022). Analítica de datos de factores socioeconómicos que inciden en el rendimiento escolar: Revisión sistemática. *Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de Informação (RISTI)*(E54), 531-545.

Plass, J. L., Homer, B. D., & Kinzer, C. K. (2015). Foundations of game-based learning. *Educational Psychologist, 50*(4), 258-283. https://doi.org/10.1080/00461520.2015.1122533

Polya, G. (1945). *How to solve it: A new aspect of mathematical method.* Princeton University Press.

Prakash, N., & Mathewson, K. W. (2020). *Conceptualization and framework of hybrid intelligence systems.* arXiv. https://doi.org/10.48550/arXiv.2012.06161

Prince, M. (2004). Does active learning work? A review of the research. *Journal of Engineering Education, 93*(3), 223-231. https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2004.tb00809.x

Quality Matters. (2018). *Higher Education Rubric, Sixth Edition.* MarylandOnline, Inc.

Ramirez, G., Shaw , S. T., & Maloney, E. A. (2018). Math anxiety: Past research, promising interventions, and a new interpretation framework. *Educational Psychologist, 53*(3), 145–164. https://doi.org/10.1080/00461520.2018.1447384

Redecker , C. (2017). *European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu.* Publications Office of the European Union. https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC107466

Reeves, T. C. (2006). How do you know they are learning?: The importance of alignment in higher education. *International Journal of Learning Technology, 2*(4), 279-296. https://doi.org/10.1504/IJLT.2006.011336

Reigeluth, C. M., & Carr-Chellman, A. A. (2009). *Instructional-Design Theories and Models: Building a Common Knowledge Base, Volume III.* Routledge.

Roa González, J., Sánchez Sánchez , A., & Sánchez Sánchez, N. (2021). Evaluación de la implantación de la Gamificación como metodología activa en la Educación Secundaria española. *REIDOCREA, 10*(12), 1-9. https://doi.org/10.30827/Digibug.66357

Robinson, K. (2011). *Out of Our Minds: Learning to be Creative.* Capstone Publishing. https://doi.org/10.1002/9780857086549

Robinson, K., & Aronica, L. (2016). *Creative schools: The grassroots revolution that's transforming education.* Penguin books.

Rocha Feregrino, G., Juárez López, J. A., & Fuchs Gómez, O. L. (2021). Importancia del estudio de las actitudes para el aprendizaje de las matemáticas. *RD-ICUAP, 7*(19), 148–157. https://doi.org/10.32399/icuap.rdic.2448-5829.2021.19.511

Rodrigues Vasconcelos, M. A., & dos Santos, R. P. (2023). *Enhancing STEM learning with ChatGPT and Bing Chat as objects to think with: A case study.* arXiv. https://doi.org/10.48550/arXiv.2305.02202

Rodríguez Jiménez, F. J., Pérez Ochoa, M. E., & Ulloa Guerra, Ó. (2024). Innovación educativa: explorando el impacto del aula invertida en el rendimiento académico de estudiantes de secundaria en matemática. *Revista Educación, 48*(1), 1-41. https://doi.org/10.15517/revedu.v48i1.55892

Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of Innovations (5th ed.).* Free Press.

Rohrer, D., & Pashler, H. (2012). Learning styles: where's the evidence? *Medical Education, 46*, 630-635.

Romero, C., & Ventura, S. (2020). Educational data mining and learning analytics: An updated survey. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery, 10*(3), e1355. https://doi.org/10.1002/widm.1355

Rosenshine, B. (2012). Principles of instruction: Research-based strategies that all teachers should know. *American Educator, 36*(1), 12-19.

Rovai, A. P. (2002). Sense of community, perceived cognitive learning, and persistence in asynchronous learning networks. *The Internet and Higher Education, 5*(4), 319-332. https://doi.org/10.1016/S1096-7516(02)00130-6

Rowe, N. C. (2004). Cheating in online student assessment: Beyond plagiarism. *Online Journal of Distance Learning Administration, 7*(2). http://www.westga.edu/~distance/ojdla/summer72/rowe72.html

Russell , S., & Norvig, P. (2021). *Artificial Intelligence: A Modern Approach (4th ed.).* Pearson.

Saghafian, S., & Idan, L. (2024). *Effective generative AI: The human-algorithm centaur.* arXiv. https://doi.org/10.48550/arXiv.2406.10942

Sahlberg, P. (2011). *Finnish lessons: what can the world learn from educational change in Finland?* Teachers College Press.

Salleh, R. (2023). Rethinking Teaching Strategies: Considerations for Promoting Equity, Diversity, And Inclusion. *The International Journal of Education Management and Sociology (IJEMS), 2*(5), 231-244. https://doi.org/10.58818/ijems.v2i5.70

Salmón, G. (2013). *E-tivities: The Key to Active Online Learning (2nd ed.).* Routledge. https://doi.org/10.4324/9780203074640

Sánchez Ruiz, J. G., & Ursini, S. (2010). Actitudes hacia las matemáticas y matemáticas con tecnología: estudios de género con estudiantes de secundaria. *Revista Latinoamericana De Investigación En Matemática Educativa, 13*(4-II), 303–318. https://www.relime.org/index.php/relime/article/view/274

Sangrà, A., Badia, A., Cabrera, N., Espasa, A., Fernández-Ferrer, M., Guardia, L., Guasch, T., Guitert, M., Maina, M.F., Raffaghelli, J.E., Romero Carbonell, M., & Romeu, T.

(2020). *Decálogo para la mejora de la docencia online: Propuestas para educar en contextos presenciales discontinuos.* Editorial UOC. http://hdl.handle.net/10609/122307

Serafini, L., & d'Avila Garcez, A. (2016). *Logic Tensor Networks: Deep learning and logical reasoning from data and knowledge.* arXiv. https://doi.org/10.48550/arXiv.1606.04422

Shilowaras, M., & Jusoh, N. A. (2022). Implementing artificial intelligence chatbot in Moodle learning management system. *Engineering, Agriculture, Science and Technology Journal (EAST-J), 1*(1), 70-75. https://doi.org/10.37698/eastj.v1i1.122

Schleicher, A. (2018). *World class: How to build a 21st-century school system.* OECD Publishing.

Schoenfeld, A. H. (2004). The math wars. *Educational Policy, 18*(1), 253-286. https://doi.org/10.1177/0895904803260042

Schoenfeld, A. H. (2016). Research in Mathematics Education. *Review of Research in Education, 40*(1), 497-528. https://doi.org/10.3102/0091732X16658650

Schoenfeld, A. H. (2017). Learning to Think Mathematically: Problem Solving, Metacognition, and Sense Making in Mathematics (Reprint). *Journal of Education, 196*(2), 1-38. https://doi.org/10.1177/002205741619600202

Schunk, D. H., & Zimmerman, B. J. (2012). *Motivation and self-regulated learning: Theory, research, and applications.* Routledge.

Sclater, N. (2008). Web 2.0, personal learning environments, and the future of learning management systems. *Research Bulletin EDUCAUSE, 2008*(13), 1-13.

Selwyn, N. (2021). *Education and technology: key issues and debates (3rd ed.).* Bloomsbury Publishing.

Senge, P., Cambron-McCabe, N., Lucas, T., Smith, B., Dutton, J., & Kleiner, A. (2000). *Schools that learn: A fifth discipline fieldbook for educators, parents, and everyone who cares about education.* Doubleday.

Shepard, L. A. (2000a). The Role of Assessment in a Learning Culture. *Educational Researcher, 29*(7), 4-14. https://doi.org/10.3102/0013189X029007004

Shepard, L. A. (2000b). *The Role of Classroom Assessment in Teaching and Learning (CSE Technical Report 517).* University of California, Los Angeles, National Center for Research on Evaluation, Standards, and Student Testing (CRESST). https://eric.ed.gov/?id=ED443880

Shi , L., Ding , A. -C., & Choi, I. (2024). Investigating Teachers' Use of an AI-Enabled System and Their Perceptions of AI Integration in Science Classrooms: A Case Study. *Education Sciences, 14*(11), 1187. https://doi.org/10.3390/educsci14111187

Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher, 15*(2), 4-14. https://doi.org/10.3102/0013189X015002004

Shute, V. J., & Rahimi, S. (2017). Review of computer-based assessment for learning in elementary and secondary education. *Journal of Computer Assisted Learning, 33*(1), 1-19. https://doi.org/10.1111/jcal.12172

Siegler, R. S., Duncan, G. J., Davis-Kean, P. E., Duckworth, K., Claessens, A., Engel, M., Susperreguy, M.I., & Chen, M. (2012). Early Predictors of High School Mathematics Achievement. *Psychological Science, 23*(7), 691-697. https://doi.org/10.1177/0956797612440101

Siemens, G. (2005). Connectivism: A learning theory for the digital age. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning, 2*(1), 3-10. http://www.itdl.org/Journal/Jan_05/article01.htm

Sirin, S. R. (2005). Socioeconomic status and academic achievement: A meta-analytic review of research. *Review of Educational Research, 75*(3), 417-453. https://doi.org/10.3102/00346543075003417

Skemp, R. R. (1976). Relational understanding and instrumental understanding. *Mathematics Teaching, 77*, 20–26.

Sotillo Delgado, J. F. (2014). EL cuestionario CHAEA-Junior o cómo diagnosticar el Estilo de Aprendizaje en alumnos de Primaria y Secundaria. *Revista de Estilos de Aprendizaje, 7*(13), 182-201. https://doi.org/10.55777/rea.v7i13.1013

Souali, K., Rahmaoui, O., Ouzzif, M., & El Haddioui, I. (2019). Recommending Moodle Resources Using Chatbots. *2019 15th International Conference on Signal-Image Technology & Internet-Based Systems (SITIS)*, (págs. 677-680). Sorrento. https://doi.org/10.1109/SITIS.2019.00110

Stahl, G., Koschmanny, T., & Suthers, D. (2006). Computer-supported collaborative learning: An historical perspective. En R. K. Sawyer, *Cambridge handbook of the learning sciences* (págs. 409-426). Cambridge University Press.

Stigler, J., & Hiebert, J. (1999). *The teaching gap: Best ideas from the world's teachers for improving education in the classroom.* The Free Press.

Tesfamicael, S. A. (2022). Prospective teachers' cognitive engagement during virtual teaching in the time of COVID-19 using ICT: The case of GeoGebra and Desmos. *Pythagoras, 43*(1), a691. https://doi.org/10.4102/pythagoras.v43i1.691

The World Bank. (2011). *World Bank Education Strategy 2020: Learning for All - Investing in People's Knowledge and Skills to Promote Development.* World Bank Group.

The World Bank. (2023). *Learning Recovery to Acceleration : A Global Update on Country Efforts to Improve Learning and Reduce Inequalities.* World Bank Group.

http://documents.worldbank.org/curated/en/099071223174514721/P179960038bed500a08dfc0489b6fa2254a

Thompson, A. G. (1992). Teachers' beliefs and conceptions: A synthesis of the research. En D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning* (págs. 127-146). Macmillan.

Timotheou, S., Miliou , O., Dimitriadis, Y., Villagrá Sobrino, S., Giannoutsou, N., Cachia, R., Martínez Monés, A., & Ioannou, A. (2023). Impacts of digital technologies on education and factors influencing schools' digital capacity and transformation: A literature review. *Education and information technologies, 28*(6), 6695-6726. https://doi.org/10.1007/s10639-022-11431-8

Tobón, S. (2013). *Formación integral y competencias: Pensamiento complejo, currículo, didáctica y evaluación (4ª ed.).* ECOE Ediciones.

Tondeur , J., van Braak, J., Sang , G., Voogt , J., Fisser, P., & Ottenbreit-Leftwich , A. (2012). Preparing pre-service teachers to integrate technology in education: A synthesis of qualitative evidence. *Computers & Education, 59*(1), 134-144. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.10.009

Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st century skills: Learning for life in our times.* Jossey-Bass.

Tuomi, I. (2018). *The Impact of Artificial Intelligence on Learning, Teaching, and Education. Policies for the future.* Publications Office of the European Union. https://doi.org/10.2760/12297

Tyack, D., & Cuban, L. (1995). *Tinkering toward Utopia: A Century of Public School Reform.* Harvard University Press. https://doi.org/10.4159/9780674044524

Unión Europea. (4 de mayo de 2016). Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de abril de 2016, relativo a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales y a la libre circulación de estos datos

. *Diario Oficial de la Unión Europea, L119*, págs. 1-88. https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2016/679/oj

Unión Europea. (12 de julio de 2024). Reglamento (UE) 2024/1689 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de junio de 2024, por el que se establecen normas armonizadas en materia de inteligencia artificial (Reglamento de Inteligencia Artificial). *Diario Oficial de la Unión Europea*, págs. 1-144. http://data.europa.eu/eli/reg/2024/1689/oj

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2020). *Inclusive teaching: preparing all teachers to teach all students.* UNESCO. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000374447

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2021). *Reimagining our futures together: A new social contract for education.* UNESCO Publishing.

Universidad de Valladolid. (2013). *Código de Buenas Prácticas en Investigación [PDF]*. UVa. https://uvadoc.uva.es/handle/10324/46283

Unwin, T., Kleessen, B., Hollow, D., Williams, J. B., Oloo, L. M., Alwala, J., Multimucuio, I., Eduardo, F., & Muianga, X. (2010). Digital learning management systems in Africa: Myths and realities. *Open Learning: The Journal of Open, Distance and e-Learning, 25*(1), 5-23. https://doi.org/10.1080/02680510903482033

Van Dijk, J. (2020). *The digital divide.* Polity Press.

VanLEHN, K. (2011). The Relative Effectiveness of Human Tutoring, Intelligent Tutoring Systems, and Other Tutoring Systems. *Educational Psychologist, 46*(4), 197–221. https://doi.org/10.1080/00461520.2011.611369

Vie, S. (2013). A Pedagogy of Resistance Toward Plagiarism Detection Technologies. *Computers and Composition, 30*(1), 3-15. https://doi.org/10.1016/j.compcom.2013.01.002

Villagrá Sobrino, S., Vanesa Gallego, L., & Coca Jiménez, P. (2022). Análisis del impacto cualitativo de SELFIE. *edutec 2022 Palma-XXV Congreso Internacional*, (págs. 50-51). http://hdl.handle.net/11201/160452

Villamizar Acevedo, G., Araujo Arenas, T. Y., & Trujillo Calderón, W. J. (2020). Relación entre ansiedad matemática y rendimiento académico en matemáticas en estudiantes de secundaria. *Ciencias Psicológicas, 14*(1), e-2174. https://doi.org/10.22235/cp.v14i1.2174

von Glasersfeld, E. (1995). *Radical Constructivism: A Way of Knowing and Learning.* The Falmer Press.

Voogt, J., Erstad, O., Dede, C., & Mishra, P. (2013). Challenges to learning and schooling in the digital networked world of the 21st century. *Journal of Computer Assisted Learning, 29*(5), 403-413. https://doi.org/10.1111/jcal.12029

Vuorikari, R., Kluzer, S., & Punie, Y. (2022). *DigComp 2.2: The Digital Competence framework for citizens with new examples of knowledge, skills and attitudes.* Publications Office of the European Union. https://doi.org/10.2760/115376

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes.* Harvard University Press.

Wagner, T. (2008). *The global achievement gap: why even our best schools don't teach the new survival skills our children need-and what we can do about it.* Basic Books.

Wainer, H., Dorans, N. J., Eignor, D., Flaugher, R., Green, B. F., Mislevy, R. J., Steinberg, L., & Thissen, D. (2000). *Computerized adaptive testing: A primer (2nd ed.).* Routledge.

Weihrich, H. (1982). The TOWS matrix: A tool for situational analysis. *Long Range Planning, 15*(2), 54–66. https://doi.org/10.1016/0024-6301(82)90120-0

Weller, M. (2007). *Virtual learning environments: Using, choosing and developing your VLE.* Routledge.

Wiggins, G. (1990). The case for authentic assessment. *Practical Assessment, Research, and Evaluation, 2*(2), 1-3. https://doi.org/10.7275/ffb1-mm19

Wiliam, D. (2011). *Embedded Formative Assessment.* Solution Tree Press.

Williams , P., Schrum, L., Sangrà, A., & Guàrdia, L. (s.f.). *Fundamentos del diseño técnico-pedagógico en e-learning: Modelos de diseño instruccional.* UOC. https://doi.org/P06/M1103/01179

Woolf, B. P., Lane, H. C., Chaudhri, V. K., & Kolodner, J. L. (2013). AI Grand Challenges for Education. *AI Magazine, 34*(4), 66-84. https://doi.org/10.1609/aimag.v34i4.2490

World Health Organization. (2023, May 5). *Statement on the fifteenth meeting of the IHR (2005) Emergency Committee on the COVID-19 pandemic*. https://www.who.int/news/item/05-05-2023-statement-on-the-fifteenth-meeting-of-the-international-health-regulations-%282005%29-emergency-committee-regarding-the-coronavirus-disease-%28covid-19%29-pandemic

Zabalza, M. Á. (2004). *Diarios de clase: Un instrumento de investigación y desarrollo profesional.* NARCEA.

Zawacki-Richter , O., Marín, V. I., Bond , M., & Gouverneur , F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education: where are the educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education, 16*(39). https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0

Zhang, Y., Li, Y., Cui, L., Cai, D., Liu, L., Fu, T., Huang, X., Zhao, E., Zhang, Y., Chen, Y., Wang, L., Luu, A.T., Bi, W., Shi, F., & Shi, S. (2023). *Siren's Song in the AI Ocean: A Survey on Hallucination in Large Language Models.* arXiv. https://doi.org/10.48550/arXiv.2309.01219

Zhu, C., Sam, C. H., Wu, Y., & Tang, Y. (2025). *WIP: Enhancing Game-Based Learning with AI-Driven Peer Agents.* arXiv. https://doi.org/10.48550/arXiv.2508.01169

Zimmerman, B. J. (2002). Becoming a self-regulated learner: An overview. *Theory Into Practice, 41*(2), 64-70. https://doi.org/10.1207/s15430421tip4102_2

Zubizarreta, J. (2009). *The learning portfolio: Reflective practice for improving student learning (2nd ed.).* Jossey-Bass.

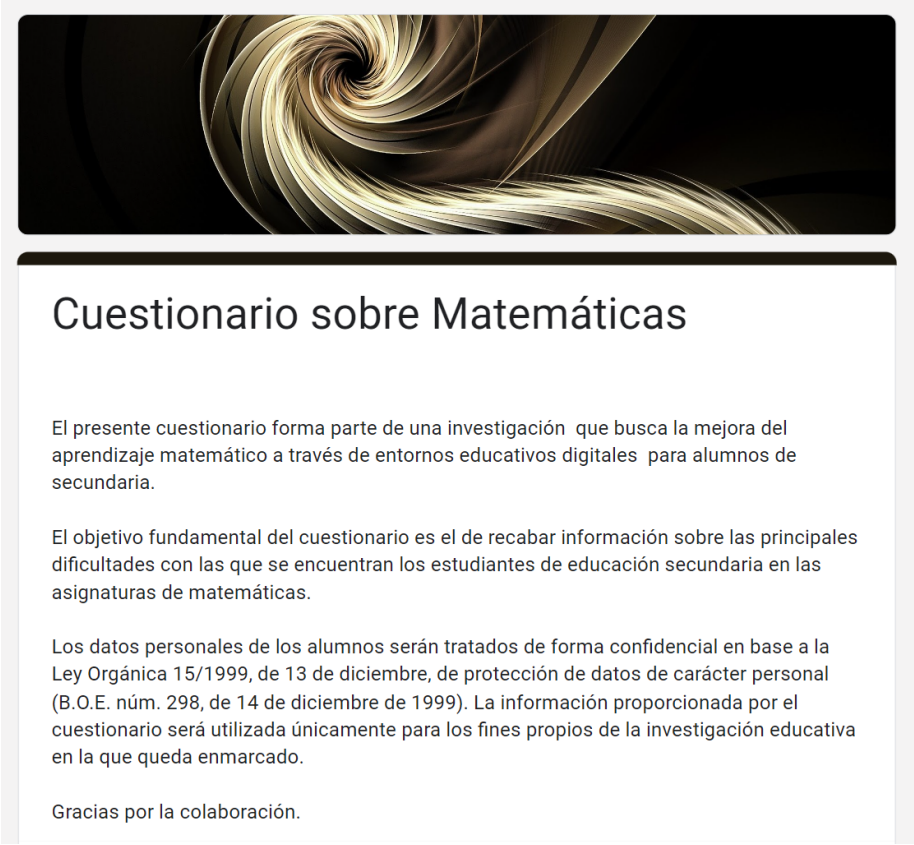
Anexos

Anexo A. Cuestionario DIMA

En la figura 177 se muestran capturas de pantalla del cuestionario sobre Dificultades en Matemáticas [DIMA] elaborado en la fase inicial de diagnóstico de la investigación-acción.

Figura 177

Cuestionario DIMA



Cuestionario sobre Matemáticas

El presente cuestionario forma parte de una investigación que busca la mejora del aprendizaje matemático a través de entornos educativos digitales para alumnos de secundaria.

El objetivo fundamental del cuestionario es el de recabar información sobre las principales dificultades con las que se encuentran los estudiantes de educación secundaria en las asignaturas de matemáticas.

Los datos personales de los alumnos serán tratados de forma confidencial en base a la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de protección de datos de carácter personal (B.O.E. núm. 298, de 14 de diciembre de 1999). La información proporcionada por el cuestionario será utilizada únicamente para los fines propios de la investigación educativa en la que queda enmarcado.

Gracias por la colaboración.



Siguiente

Borrar formulario

Cuestiones iniciales

1. ¿Cuál es tu nombre? *

Tu respuesta

2. ¿Qué nota has obtenido durante este curso en la primera evaluación? *

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

3. ¿Qué nota has obtenido durante este curso en la segunda evaluación? *

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

4 ¿Has tenido en algún curso las Matemáticas pendientes del curso anterior? *

- Sí
- No

En caso afirmativo, indica en que curso has promocionado al siguiente con las Matemáticas pendientes

Tu respuesta

Atrás Siguiente Borrar formulario

Dificultades

5. Señala de entre los siguientes procesos matemáticos aquel o aquellos en los que tienes más dificultades *

Los procesos que se mencionan están relacionados con la capacidad matemática fundamental de la Comunicación

- [ ] Interpretar preguntas o tareas
- [ ] Presentar el trabajo de obtención de soluciones o resultados matemáticos
- [ ] Elaborar explicaciones y argumentos en la resolución del problema

6. Señala de entre los siguientes procesos matemáticos aquel o aquellos en los que tienes más dificultades *

Los procesos que se mencionan están relacionados con la capacidad matemática fundamental de la Matematización

- [ ] Identificar las variables y estructuras matemáticas del problema
- [ ] Tener en cuenta el contexto del problema para guiar el proceso de resolución
- [ ] Comprender el alcance y los límites de una solución matemática

7. Señala de entre los siguientes procesos matemáticos aquel o aquellos en los que tienes más dificultades *

Los procesos que se mencionan están relacionados con la capacidad matemática fundamental de la Representación

- [ ] Representar matemáticamente la información del mundo real (utilizando por ejemplo gráficos, tablas, fórmulas, diagramas, etc)
- [ ] Utilizar distintas representaciones cuando se aborda un problema
- [ ] Interpretar y comparar los resultados matemáticos de distintas representaciones

8. Señala de entre los siguientes procesos matemáticos aquel o aquellos en los que tienes más dificultades *

Los procesos que se mencionan están relacionados con la capacidad matemática fundamental de Razonamiento y argumentación

- [ ] Explicar o justificar una representación de una situación del mundo real
- [ ] Justificar el proceso de obtención de un resultado o solución matemática
- [ ] Reflexionar sobre soluciones matemáticas y elaborar argumentos para apoyarlas o rechazarlas.

9. Señala de entre los siguientes procesos matemáticos aquel o aquellos en los que tienes más dificultades *

Los procesos que se mencionan están relacionados con la capacidad matemática fundamental de diseño de estrategias para resolver problemas

- [ ] Diseñar un plan para formular problemas
- [ ] Establecer diferentes pasos en la resolución de problemas
- [ ] Diseñar y usar estrategias para interpretar la solución matemática de un problema

10. Señala de entre los siguientes procesos matemáticos aquel o aquellos en los que tienes más dificultades *

Los procesos que se mencionan están relacionados con la capacidad matemática fundamental de utilización de operaciones y un lenguaje simbólico, formal y técnico

- [ ] Utilizar un lenguaje matemático para representar un problema del mundo real
- [ ] Comprender conceptos, definiciones y utilizar reglas y métodos de cálculo
- [ ] Interpretar y valorar la solución de un problema en su contexto

11. Señala de entre los siguientes procesos matemáticos aquel o aquellos en los que tienes más dificultades *

Los procesos que se mencionan están relacionados con la capacidad matemática fundamental de utilización de herramientas matemáticas. Las herramientas matemáticas incluyen herramientas físicas (instrumentos de medición, calculadora) y herramientas informáticas.

- [ ] Utilizar herramientas matemáticas para describir relaciones matemáticas
- [ ] Conocer y utilizar distintas herramientas en los procesos para determinar soluciones matemáticas
- [ ] Utilizar herramientas matemáticas para saber si un solución es razonable o se adecua al contexto del problema

12. Marca una o varias opciones para indicar en qué aspectos tienes más dificultades *

Procesos matemáticos: Formular (formulación matemática de las situaciones)

- [ ] Identificar aspectos matemáticos de un problema del mundo real
- [ ] Simplificar una situación o problema para su posterior estudio
- [ ] Representar matemáticamente una situación, utilizando variables, símbolos, diagramas u otros modelos adecuados
- [ ] Reconocer aspectos de un problema que se corresponden con problemas conocidos
- [ ] Comprender y explicar las relaciones entre el lenguaje específico de un problema y el lenguaje matemático

13. Escribe tus mayores dificultades a la hora de "Formular"* en Matemáticas *

*"Formular": identificar oportunidades para utilizar las matemáticas y proporcionar la estructura matemática a un problema

Tu respuesta

14. Marca una o varias opciones para indicar en qué aspectos tienes más dificultades *

Procesos matemáticos: Emplear (uso de conceptos, datos, procedimientos y razonamientos matemáticos)

- [ ] Poner en marcha estrategias para encontrar soluciones matemáticas
- [ ] Utilizar herramientas matemáticas (incluida la tecnología) para encontrar soluciones exactas o aproximadas
- [ ] Aplicar reglas y métodos de cálculo en la búsqueda de soluciones
- [ ] Manipular números, datos, información gráfica y estadística, expresiones algebraicas y ecuaciones o representaciones geométricas
- [ ] Explicar y justificar los resultados matemáticos

15. Escribe tus mayores dificultades en el procedimiento "Emplear"* de las Matemáticas *

*"Emplear": aplicar conceptos, datos, procedimientos y razonamientos matemáticos en la resolución de problemas formulados matemáticamente

Tu respuesta

16. Marca una o varias opciones para indicar en qué aspectos tienes más dificultades *

Procesos matemáticos: Interpretar (Interpretación, aplicación y valoración de los resultados)

- [ ] Valorar si una solución matemática es razonable en el contexto del mundo real
- [ ] Explicar por qué un resultado matemático tienen o no sentido en el contexto del problema
- [ ] Comprender el alcance y los límites de los conceptos y soluciones en matemáticas
- [ ] Valorar el ajuste o aplicación de los resultados según el modo en que el mundo real afecta a los cálculos

17. Escribe tus mayores dificultades en el proceso de "Interpretar"* en Matemáticas *

*"Interpretar": reflexionar sobre soluciones, resultados o conclusiones matemáticas e interpretarlas en el contexto de los problemas de la vida real

Tu respuesta

Atrás Siguiente Borrar formulario

Clase de Matemáticas

18. ¿A quiénes sueles preguntar tus dudas de Matemáticas? *

Puedes elegir una o varias opciones

- [ ] A mi profesor/a del instituto
- [ ] A mi profesor/a particular
- [ ] A mis padres
- [ ] A algún compañero
- [ ] A nadie
- [ ] Otro: _____

¿Por qué? *

Tu respuesta

19. Selecciona los recursos que utilizas en Matemáticas *

Puedes elegir una o varias opciones

- [ ] Calculadora
- [ ] Ordenador
- [ ] Libro de texto
- [ ] Cuaderno
- [ ] Pizarra Digital
- [ ] Documentos como apuntes, hojas de problemas, fichas, etc.
- [ ] Instrumentos de medida y dibujo (regla, compás, transportador, etc)
- [ ] Pizarra y tiza
- [ ] Manipulables (cuerpos geométricos, tangram, etc)
- [ ] Otro: _____

20. Selecciona las acciones que realizas habitualmente en clase de Matemáticas *

Puedes elegir una o varias opciones

- [ ] Corriges las actividades y reflexionas sobre los errores que cometes
- [ ] Resuelves algunos problemas junto con otro u otros compañeros
- [ ] Realizas tareas sencillas y otras de más dificultad
- [ ] Puedes ir a distinto ritmo que otros compañeros
- [ ] Haces tareas complementarias de refuerzo
- [ ] Investigas o profundizar en algunos contenidos matemáticos
- [ ] Participas en concursos matemáticos u otras actividades lúdicas
- [ ] Te interesas por otras formas diferentes a la tuya de resolver problemas matemáticos
- [ ] Preguntas cuando no entiendes algún contenido matemático
- [ ] Ves la utilidad de las Matemáticas en las actividades que realizas
- [ ] Puedes trabajar sin que te molesten
- [ ] Otro: _____

Atrás Siguiente Borrar formulario

Propuestas de mejora

21. ¿Qué crees que podría ayudarte a mejorar en la asignatura de Matemáticas? *

Tu respuesta

22. Aquí puedes añadir todas las observaciones que consideres necesarias sobre los aspectos tratados en este cuestionario *

Tu respuesta

Atrás Enviar Borrar formulario

Nunca envíes contraseñas a través de Formularios de Google.

Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google. - Términos del Servicio - Política de Privacidad

Does this form look suspicious? Informe

Google Formularios

Anexo B. Cuestionario HEMA

Las preguntas del del cuestionario sobre Hábitos de Estudio y Motivación para el Aprendizaje [HEMA] se codifican en la Tabla 80 para facilitar el análisis de resultados.

Tabla 80

Codificación de las preguntas del cuestionario HEMA

Preguntas del cuestionario HEMA	
I. FACTORES AMBIENTALES	
PI.1	¿Tienes un lugar permanente de estudio?
PI.2	¿Puedes eliminar fácilmente los ruidos molestos?
PI.3	¿Es tu lugar de estudios suficientemente amplio?
PI.4	¿Consigues la oxigenación, temperatura y humedad adecuadas cuando estudias?
PI.5	¿Cuándo utilizas luz artificial, se compensa la localizada y el fondo?
PI.6	¿Tu mesa es espaciosa?
PI.7	¿Puedes apoyar con facilidad los antebrazos?
PI.8	La superficie ¿es mate u opaca?
PI.9	La silla es de relativa dureza y con respaldo
PI.10	¿Utilizas la luz diurna permanentemente?
II. SALUD FISICA Y EMOCIONAL	
PII.1	¿Haces ejercicio diariamente?
PII.2	¿Cambias de actividad cuando te sientes cansado?
PII.3	¿Puedes dedicarte a un estudio prolongado sin sentir molestias en los ojos?
PII.4	¿Duermes generalmente ocho horas al día?
PII.5	¿Tu régimen alimenticio es variado y razonable?

PII.6	¿Reduces al máximo el alcohol y el tabaco?
PII.7	¿Tienes en cuenta la incidencia de los problemas afectivos en el rendimiento?
PII.8	¿Tienes interés en los estudios universitarios?
PII.9	Una tensión fuerte y prolongada ¿perjudica tu retención?
PII.10	¿Sabes salir de la frustración que te produce el no conseguir estudiar lo programado?

III. ASPECTOS SOBRE EL MÉTODO DE ESTUDIO

PIII.1	¿Haces una exploración general antes de concentrarte para estudiar?
PIII.2	¿Comienzas con una lectura rápida de todo lo que tienes que estudiar cada vez?
PIII.3	¿Puedes comprender con claridad el contenido de lo que estudias?
PIII.4	¿Distingues los puntos principales y lo fundamental de cada tema?
PIII.5	¿Haces esquemas clasificadores de cada unidad de contenido?
PIII.6	¿Sintetizas o resumes en orden a facilitarte los repasos?
PIII.7	¿Destacas de alguna manera el contenido principal en lo que estudias?
PIII.8	¿Llevas los apuntes al día y los completas si es preciso?
PIII.9	¿Buscas los sitios donde oyes bien y tienes buena visibilidad?
PIII.10	¿Dispones del material necesario complementario para estudiar?

IV. ORGANIZACIÓN DE PLANES Y HORARIOS

PIV.1	¿Acostumbras a tener un horario más o menos habitual de estudio?
PIV.2	¿Te centras fácilmente en el estudio?
PIV.3	¿Consigues resultados satisfactorios cuando te pones a estudiar?
PIV.4	¿Piensas en las prioridades, en tu estudio y trabajos, en el tiempo que dedicas a estudiar?
PIV.5	¿Distribuyes generalmente tu tiempo de estudio a lo largo de la semana?

PIV.6 ¿Te concentras con facilidad después de un corto período de adaptación?

PIV.7 Antes de terminar tu estudio, ¿aprovechas el corto período de más rendimiento?

PIV.8 ¿Acostumbras a hacer pequeños descansos, cada vez más frecuentes, cuando aumenta el tiempo de tu dedicación?

PIV.9 ¿Te pones a estudiar con intención consciente de aprovechar el tiempo?

PIV.10 ¿Te mantienes al menos algún tiempo estudiando, aunque de momento no te concentres?

V. REALIZACIÓN DE EXÁMENES

PV.1 ¿Evitas estudiar utilizando el sueño de la noche anterior a un examen?

PV.2 ¿Lees detenidamente las instrucciones?

PV.3 ¿Distribuyes el tiempo que tienes entre las preguntas que tienes que contestar?

PV.4 ¿Comienzas por las cuestiones más sencillas o que ya sabes?

PV.5 ¿Distingues con claridad la palabra o palabras que te indican lo que realmente se te pide?

PV.6 ¿Haces el esquema preciso que facilite el desarrollo y te permita no dejarlo incompleto?

PV.7 ¿Escribes con claridad?

PV.8 ¿Tienes buena ortografía?

PV.9 ¿Dejas márgenes, títulos, apartados, etc.?

PV.10 ¿Relees el ejercicio antes de entregarlo?

VI. BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN

PVI.1 ¿Sabes rellenar fichas bibliográficas?

PVI.2 ¿Manejas los ficheros tradicionales con facilidad?

PVI.3 ¿Tienes un fichero personal ampliable?

PVI.4 ¿Acostumbras a sacar fichas de contenido, frases o referencias?

PVI.5 ¿Conoces la clasificación decimal universal aplicada a la documentación?

PVI.6 ¿Conoces las bibliotecas generales y su manejo?

PVI.7 ¿Tienes localizada alguna fuente de investigación de tu línea de estudio?

PVI.8 ¿Sabes dónde consultar revistas?

PVI.9 ¿Tienes conocimiento de las principales librerías y editoriales?

PVI.10 ¿Conoces los sistemas bibliográficos informatizados?

VII. COMUNICACIÓN ACADÉMICA ESCRITA Y ORAL

PVII.1 ¿Tienes claras las diferencias entre los distintos tipos de redacción científica?

PVII.2 ¿Conoces la estructura general de un trabajo científico?

PVII.3 ¿Podrías expresar con facilidad lo escrito con anterioridad?

PVII.4 ¿Sabes argumentar para defender tus aportaciones?

PVII.5 ¿Sabes criticar y discutir los trabajos de otros?

PVII.6 ¿Te sería fácil trabajar en equipo?

PVII.7 ¿Tienes acceso directo a un mecanografiado sencillo?

PVII.8 ¿Puedes utilizar mínimamente otros dos idiomas?

PVII.9 ¿Sabes establecer contacto con personas de interés para tu trabajo?

PVII.10 ¿Te expresas con claridad y precisión al comunicar algo?

VIII. ACERCA DE LA MOTIVACIÓN PARA APRENDER

PVIII.1 ¿Consideras tu estudio como algo realmente personal?

PVIII.2 ¿Tienes confianza en tu capacidad de aprender?

PVIII.3 ¿Consideras que lo que estudias está en relación con tus intereses?

PVIII.4 ¿Tratas de comprender lo que estudias, aunque te resulte difícil entenderlo o aceptarlo?

PVIII.5 ¿Procuras participar activamente en las propuestas de tus compañeros y profesores?

PVIII.6 ¿Consideras tu tiempo de aprendizaje como digno de ser vivido con intensidad?

PVIII.7 ¿Llevas a cabo las propuestas de los profesores con el fin de facilitar la comunicación con ellos?

PVIII.8 ¿Tratas de reflexionar sobre la forma en que aprendes?

PVIII.9 ¿Has pensado en cómo poder rentabilizar tu tiempo de aprender?

PVIII.10 ¿Consideras fundamental el contar con otros para conseguir tus objetivos de aprendizaje?

PVIII.11 ¿Tiendes a trabajar personalmente para profundizar en la comprensión de los contenidos?

PVIII.12 ¿Percibes que el estudio es el medio para recrear el saber y divulgarlo?

PVIII.13 ¿Consideras las preguntas en clase y la realización de trabajos como medios para impulsarte a estudiar?

PVIII.14 ¿Piensas que la asistencia a clase es muy importante para orientarte en tu proceso de estudio?

PVIII.15 ¿Las bajas puntuaciones te hacen reaccionar para estudiar más y mejor?

PVIII.16 ¿Consideras al profesor como alguien de quien puedes servirte para aprender?

PVIII.17 ¿Intentas utilizar todos los servicios que están a tu disposición?

PVIII.18 ¿Tratas de solucionar tus problemas de estudio y aprendizaje en general?

PVIII.19 ¿Consideras que cualquier actividad mientras estudias puede influir en tu rendimiento?

PVIII.20 ¿Tratas de relacionarte con personas y ambientes de semejantes intereses a tus estudios?

PVIII.21	¿Te interesan los problemas culturales, aunque estén aparentemente alejados de los que tienes que estudiar?
PVIII.22	A pesar de los muchos alumnos, ¡tratas de relacionarte con los profesores en clase y fuera de ella?
PVIII.23	¿Tratas, además de estudiar lo explicado, de tener una actitud creativa y crítica?
PVIII.24	¿Procuras hablar con otros compañeros de cursos superiores sobre las asignaturas?
PVIII.25	¿Tratas de relacionarte con profesionales de las áreas a las que piensas dedicarte en un futuro?
PVIII.26	¿Visitas las exposiciones que tengan relación con tus estudios?
PVIII.27	¿Tratas de leer revistas y publicaciones en torno a los temas que te interesan en la actualidad?
PVIII.28	¿Has buscado información en otros lugares respecto a los estudios que te interesan en la actualidad?
PVIII.29	¿Conoces los planes de estudio de otros centros semejantes a los que estudias?
PVIII.30	¿Tratas de relacionarte con otros estudiantes en el extranjero?

Nota. https://www.psicotecnicostest.com/testdepersonalidad/habitosdeestudiostest.asp

Anexo C. Cuestionario CHAEA

Ítems del cuestionario Honey-Alonso de estilos de aprendizaje [CHAEA] (Alonso et al., 1994)**:**

1. Tengo fama de decir lo que pienso claramente y sin rodeos.

2. Estoy seguro(a) de lo que es bueno y lo que es malo, lo que está bien y lo que está mal.

3. Muchas veces actúo sin mirar las consecuencias.

4. Normalmente trato de resolver los problemas metódicamente y paso a paso.

5. Creo que los formalismos coartan y limitan la actuación libre de las personas.

6. Me interesa saber cuáles son los sistemas de valores de los demás y con qué criterios actúan.

7. Pienso que el actuar intuitivamente puede ser siempre tan válido como actuar reflexivamente.

8. Creo que lo más importante es que las cosas funcionen.

9. Procuro estar al tanto de lo que ocurre aquí y ahora.

10. Disfruto cuando tengo tiempo para preparar mi trabajo y realizarlo a conciencia.

11. Estoy a gusto siguiendo un orden, en las comidas, en el estudio, haciendo ejercicio regularmente.

12. Cuando escucho una nueva idea enseguida comienzo a pensar como ponerla en práctica.

13. Prefiero las ideas originales y novedosas, aunque no sean prácticas.

14. Admito y me ajusto a las normas sólo si me sirven para lograr mis objetivos.

15. Normalmente encajo bien con personas reflexivas, y me cuesta sintonizar con personas demasiado espontáneas, imprevisibles.

16. Escucho con más frecuencia que lo que hablo.

17. Prefiero las cosas estructuradas a las desordenadas.

18. Cuando poseo cualquier información, trato de interpretarla bien antes de manifestar alguna conclusión.

19. Antes de hacer algo estudio con cuidado sus ventajas e inconvenientes.

20. Me crezco con el reto de hacer algo nuevo y diferente.

21. Casi siempre procuro ser coherente con mis criterios y sistemas de valores. Tengo principios y los sigo.

22. Cuando hay una discusión no me gusta ir con rodeos.

23. Me disgusta implicarme afectivamente en mi ambiente de trabajo. Prefiero mantener relaciones distantes.

24. Me gustan más las personas realistas y concretas que las teóricas.

25. Me cuesta ser creativo(a), romper estructuras.

26. Me siento a gusto con personas espontaneas y divertidas.

27. La mayoría de las veces expreso abiertamente cómo me siento.

28. Me gusta analizar y dar vueltas a las cosas.

29. Me molesta que la gente no se tome en serio las cosas.

30. Me atrae experimentar y practicar las últimas técnicas y novedades.

31. Soy cauteloso(a) a la hora de sacar conclusiones.

32. Prefiero contar con el mayor número de fuentes de información. Cuantos más datos reúna para reflexionar, mejor.

33. Tiendo a ser perfeccionista.

34. Prefiero oír las opiniones de los demás antes de exponer la mía.

35. Me gusta afrontar la vida espontáneamente y no tener que planificar todo previamente.

36. En las discusiones me gusta observar cómo actúan los demás participantes.

37. Me siento incómodo(a) con las personas calladas y demasiado analíticas.

38. Juzgo con frecuencia las ideas de los demás por su valor práctico.

39. Me agobio si me obligan a acelerar mucho el trabajo para cumplir un plazo.

40. En las reuniones apoyo las ideas prácticas y realistas.

41. Es mejor gozar del momento presente que deleitarse pensando en el paso o en el futuro.

42. Me molestan las personas que siempre desean apresurar las cosas.

43. Aporto ideas nuevas y espontáneas en los grupos de discusión.

44. Pienso que son más consistentes las decisiones fundamentadas en un minucioso análisis que las basadas en la intuición.

45. Detecto frecuentemente la inconsistencia y puntos débiles en las argumentaciones de los demás.

46. Creo que es preciso saltarse las normas muchas más veces que cumplirlas.

47. A menudo caigo en la cuenta de otras formas mejores y más prácticas de hacer las cosas.

48. En conjunto hablo más que escucho.

49. Prefiero distanciarme de los hechos y observarlos desde otras perspectivas.

50. Estoy convencido(a) que debe imponerse la lógica y el razonamiento.

51. Me gusta buscar nuevas experiencias.

52. Me gusta experimentar y aplicar las cosas.

53. Pienso que debemos llegar pronto al grano, al meollo de los temas.

54. Siempre trato de conseguir conclusiones e ideas claras.

55. Prefiero discutir cuestiones concretas y no perder el tiempo con charlas vacías.

56. Me impaciento cuando me dan explicaciones irrelevantes e incoherentes.

57. Compruebo antes si las cosas funcionan realmente.

58. Hago varios borradores antes de la redacción definitiva de un trabajo.

59. Soy consciente de que en las discusiones ayudo a mantener a los demás centrados en el tema, evitando divagaciones.

60. Observo que, con frecuencia, soy uno(a) de los(as) más objetivos(as) y desapasionados(as) en las discusiones.

61. Cuando algo va mal, le quito importancia y trato de hacerlo mejor.

62. Rechazo ideas originales y espontáneas si no las veo prácticas.

63. Me gusta sopesar diversas alternativas antes de tomar una decisión.

64. Con frecuencia miro hacia adelante para prever el futuro.

65. En los debates y discusiones prefiero desempeñar un papel secundario antes que ser el(la) líder o el(la) que más participa.

66. Me molestan las personas que no actúan con lógica.

67. Me resulta incómodo tener que planificar y prever las cosas.

68. Creo que el fin justifica los medios en muchos casos.

69. Suelo reflexionar sobre los asuntos y problemas.

70. El trabajar a conciencia me llena de satisfacción y orgullo.

71. Ante los acontecimientos trato de descubrir los principios y teorías en que se basa.

72. Con tal de conseguir el objetivo que pretendo soy capaz de herir sentimientos ajenos.

73. No me importa hacer todo lo necesario para que sea efectivo mi trabajo.

74. Con frecuencia soy una de las personas más anima las fiestas.

75. Me aburro enseguida con el trabajo metódico y minucioso.

76. La gente con frecuencia cree que soy poco sensible a sus sentimientos.

77. Suelo dejarme llevar por mis intuiciones.

78. Si trabajo en grupo procuro que se siga un método y un orden.

79. Con frecuencia me interesa averiguar lo que piensa la gente.

80. Esquivo los temas subjetivos, ambiguos y poco claros.

Anexo D. Aula virtual para matemáticas aplicadas en 3º ESO

De la Figura 178 a la Figura 183 se muestran capturas de pantalla del curso virtual de la materia Matemáticas orientadas a las enseñanzas aplicadas de 3º de ESO.

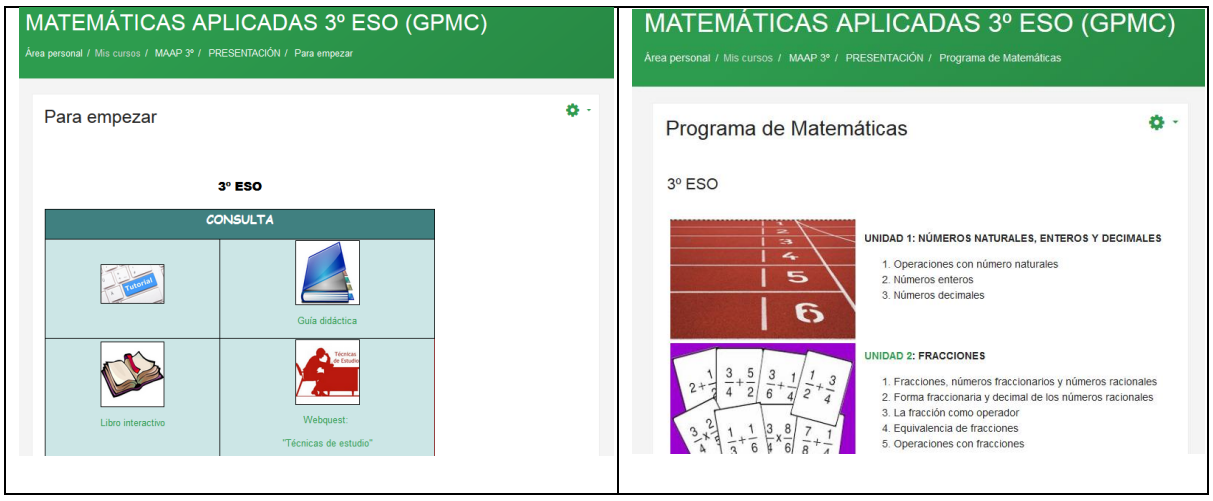
Figura 178

Página principal del curso en línea



Figura 179

Sección de presentación del curso



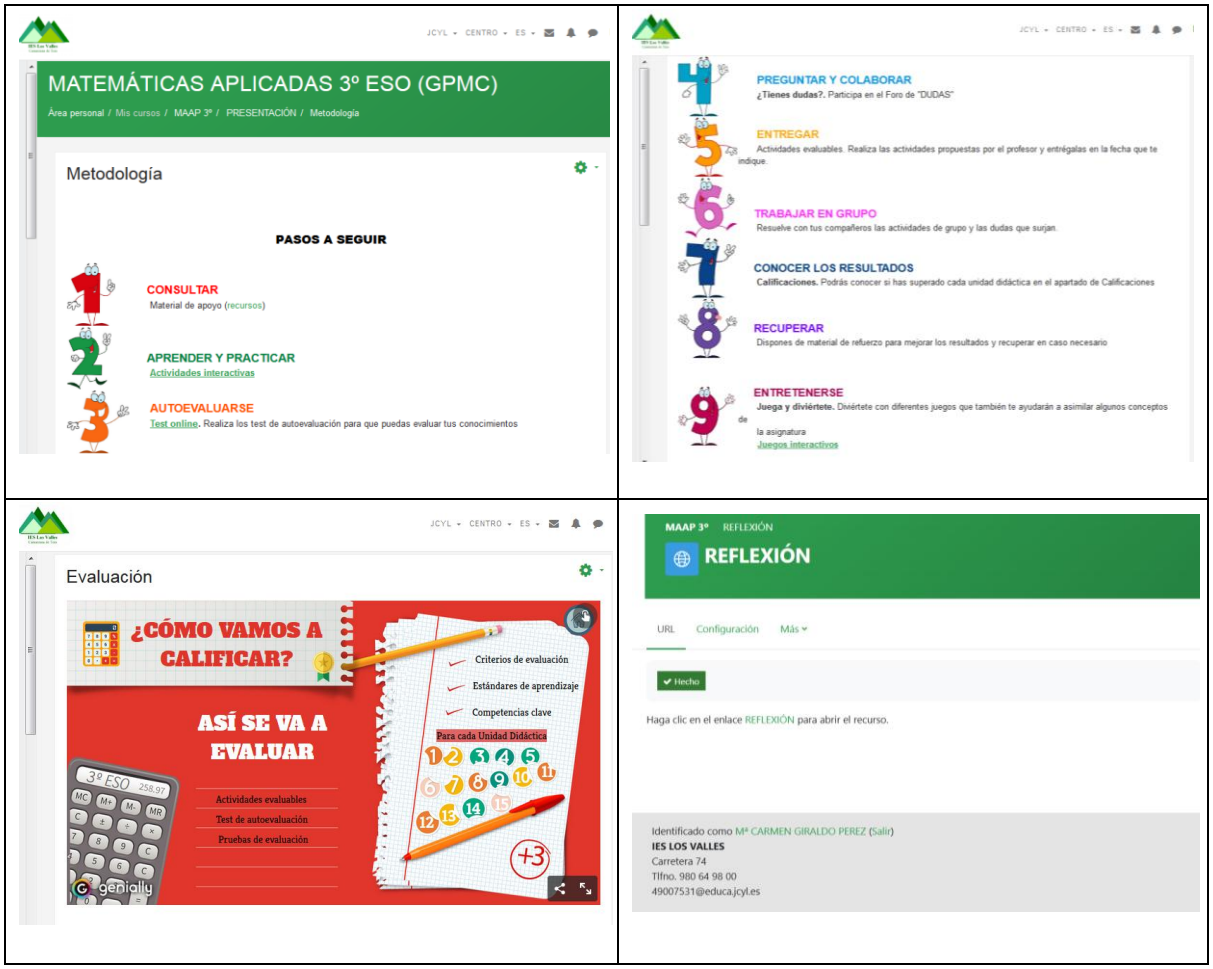


Figura 180

Sección de recursos

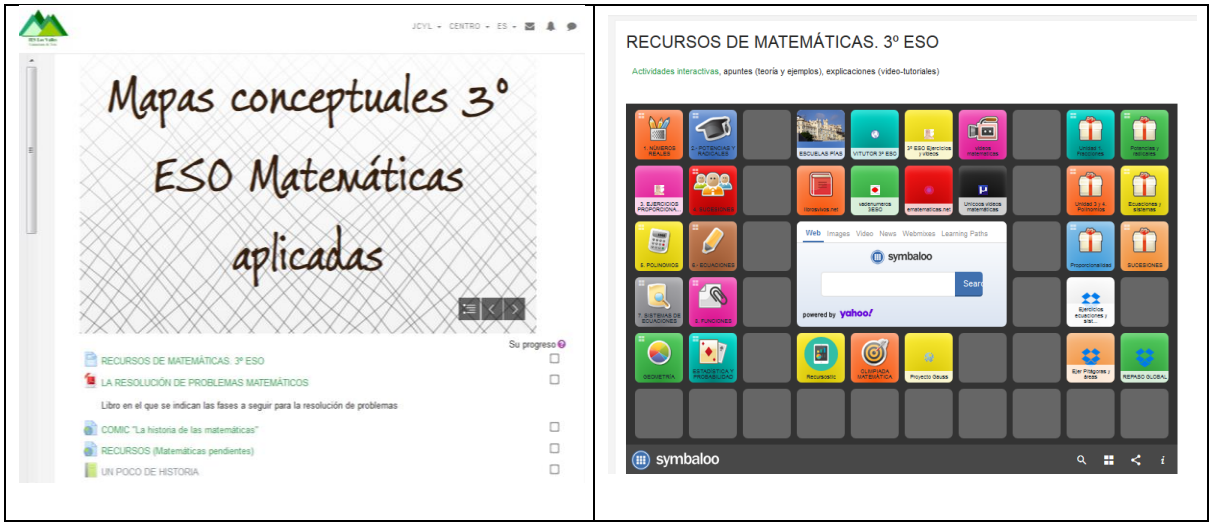




Figura 181

Sección de actividades interactivas

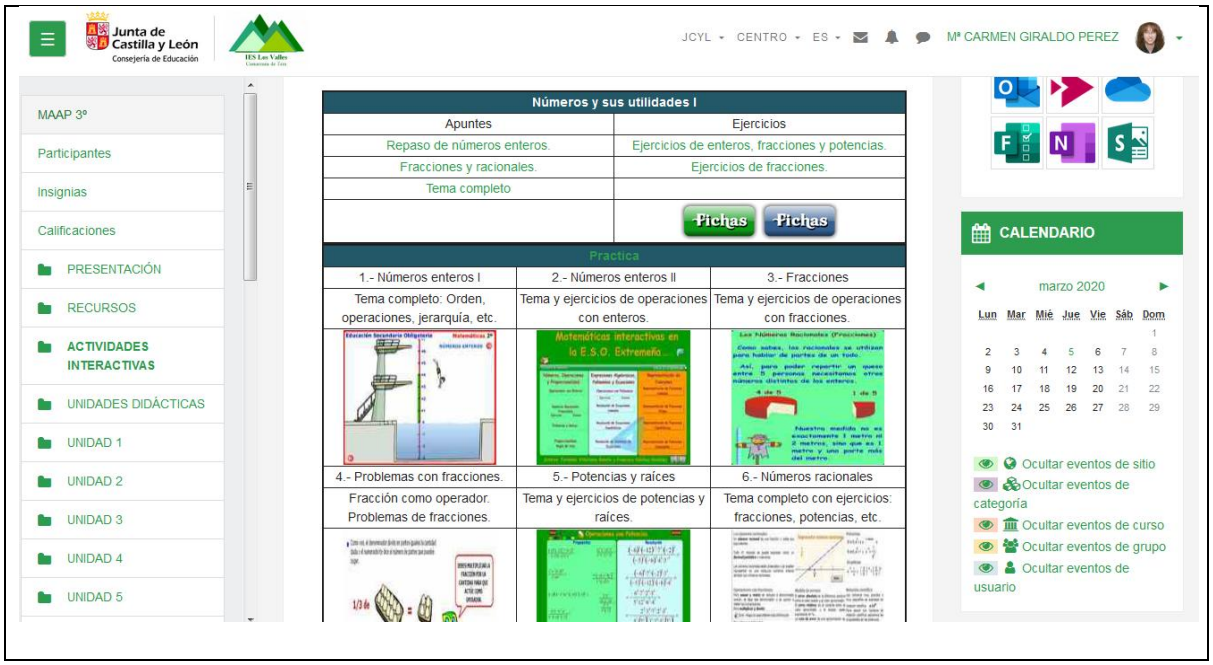
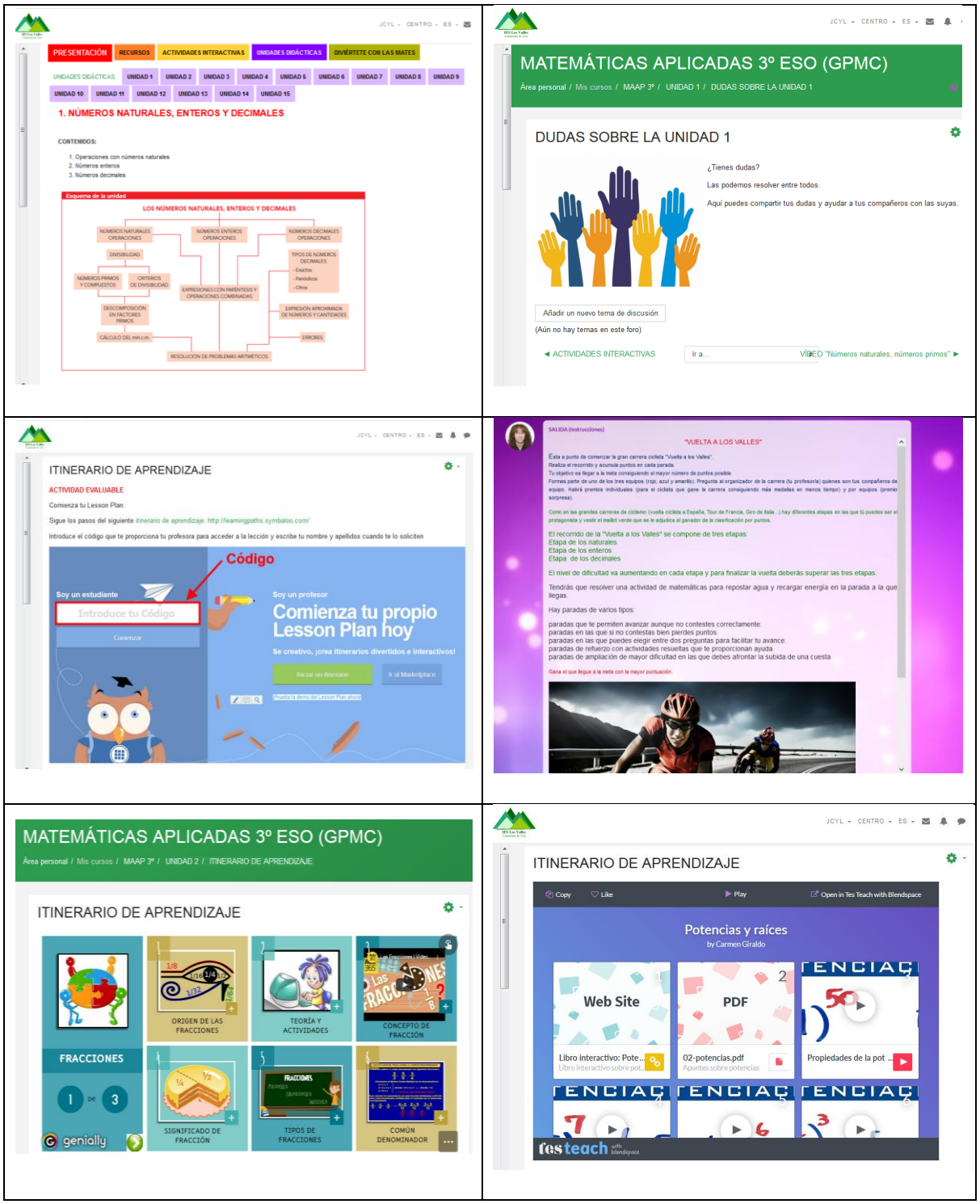


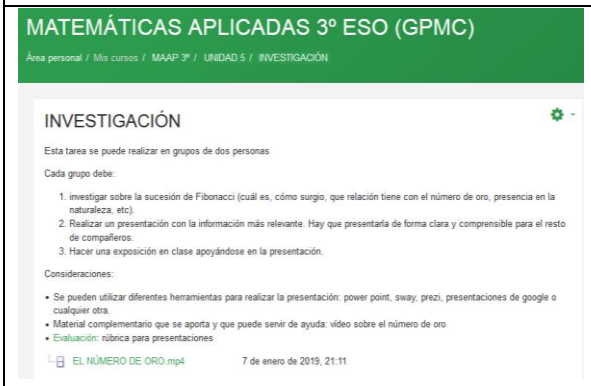
Figura 182

Sección de unidades didácticas



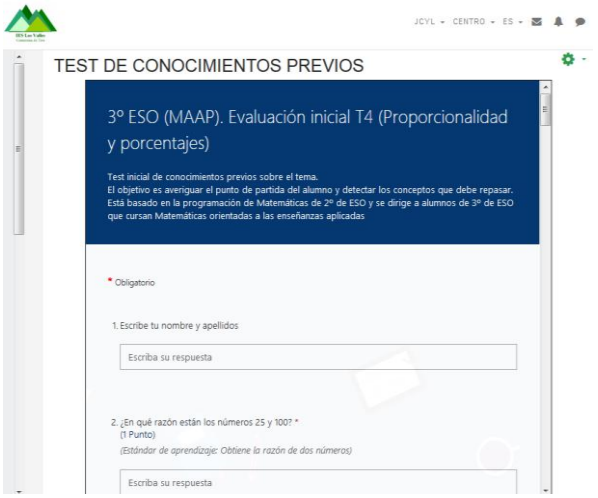

Inicio
Adscripción
Cordialidad
Erudición
Verdad
Osadía
DIVERGENT
En la sociedad en el que se desarrolla la película, la gente es clasificada en una de las posibles facciones existentes. Las facciones son abnegación, verdad, osadía, erudición y cordialidad, y cada persona tiene que encajar en uno de estos grupos o de lo contrario es apartada.
Realiza las actividades interactivas que se proponen en cada facción o grupo social. Pertenecerás a aquella en la que obtengas mejor puntuación.
¡Inténtalo y descubre cuál es tu facción!


Menú
Imprimir
El lenguaje algebraico
1. El lenguaje algebraico
2. Expresiones algebraicas
3. Monomios
3.1. Practica
3.2. Operaciones con monomios
4. Polinomios
5. Identidades
6. Actividades de repaso
7. Vídeos
8. Recursos
3.1. Practica
Ejercicios interactivos de monomios
Completa los espacios de la siguiente tabla:
Monomio
Coeficiente
Parte literal
Grado
Obra publicada con Licencia Creative Commons Reconocimiento Compartir igual 4.0


MATEMÁTICAS APLICADAS 3º ESO (GPMC)
Área personal / Mis cursos / MAAP 3º / UNIDAD 5 / INVESTIGACIÓN
INVESTIGACIÓN
Esta tarea se puede realizar en grupos de dos personas
Cada grupo debe:
1. investigar sobre la sucesión de Fibonacci (cuál es, cómo surgio, que relación tiene con el número de oro, presencia en la naturaleza, etc).
2. Realizar un presentación con la información más relevante. Hay que presentarla de forma clara y comprensible para el resto de compañeros.
3. Hacer una exposición en clase apoyándose en la presentación.
Consideraciones:
• Se pueden utilizar diferentes herramientas para realizar la presentación: power point, sway, prezi, presentaciones de google o cualquier otra.
• Material complementario que se aporta y que puede servir de ayuda: vídeo sobre el número de oro
• Evaluación: rúbrica para presentaciones
EL NÚMERO DE ORO.mp4
7 de enero de 2019, 21:11

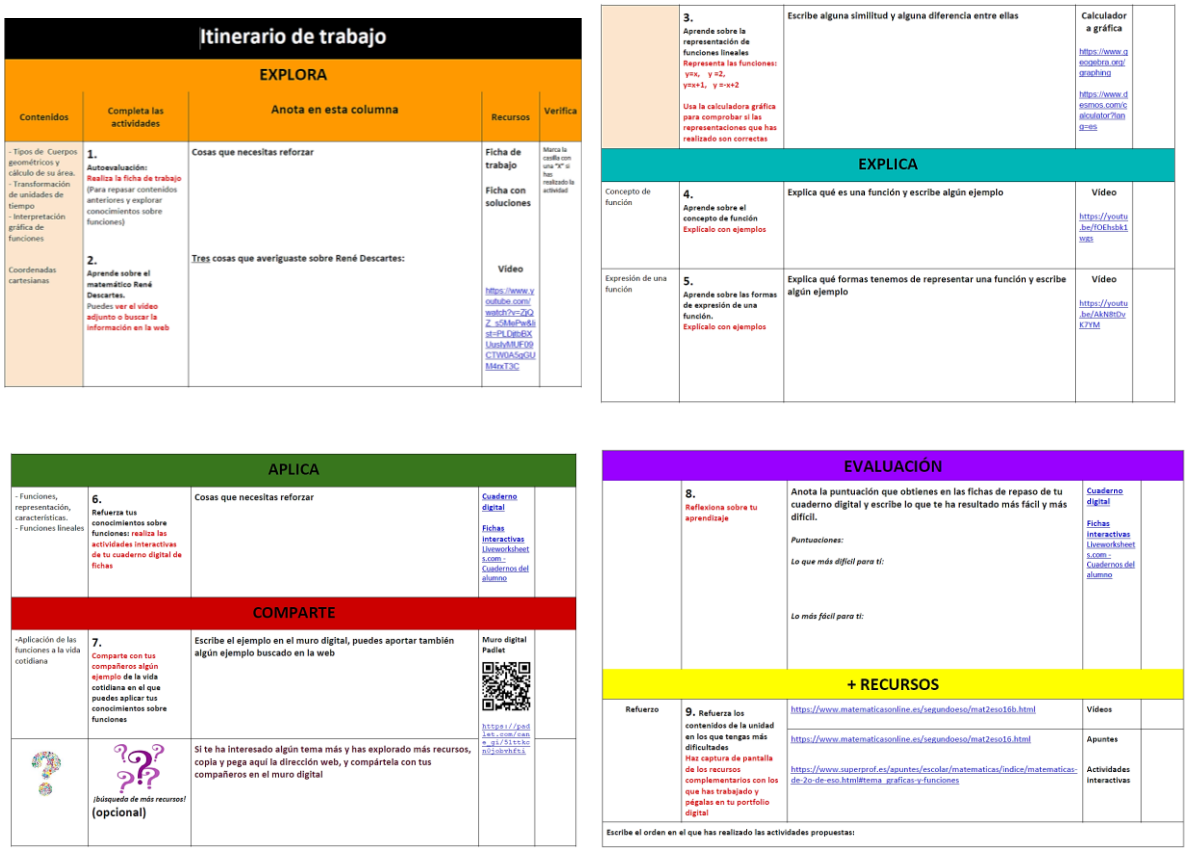

MATEMÁTICAS APLICADAS 3º ESO (GPMC)
Área personal / Mis cursos / MAAP 3º / UNIDAD 1 / RESUMEN DE NÚMEROS NATURALES, ENTEROS Y DECIMALES
RESUMEN DE NÚMEROS NATURALES, ENTEROS Y DECIMALES
Rellena la ficha resumen del tema y entrégala a tu profesor/a
RESUMEN TEMA DE NÚMEROS NATURALES, ENTEROS Y DECIMALES.pdf 12 de agosto de 2018, 12:55
Sumario de calificaciones
No mostrado a los estudiantes
No
Participantes
7
Enviados
0
Pendientes por calificar
0
Ver/Calificar todas las entregas
Calificación
Estado de la entrega


MATEMÁTICAS APLICADAS 3º ESO (GPMC)
Área personal / Mis cursos / MAAP 3º / UNIDAD 1 / Evaluación Números naturales, enteros y decimales / Vista previa
Pregunta 1
Sin responder aún
Puntúa como 1,00
Marcar pregunta
Editar pregunta
Calcula y aproxima el resultado final a las centésimas:
a) 23,05 : 0,46 – 5,087 + 1,0023
Respuesta:
Pregunta 2
Sin responder aún
Puntúa como 1,00
Marcar pregunta
Editar pregunta
Calcula:
4 × [1 + (8 – 6)³ × 5] + (6 + 3 – 2)² – 1
Respuesta:


JCYL
CENTRO
ES
TEST DE CONOCIMIENTOS PREVIOS
3º ESO (MAAP). Evaluación inicial T4 (Proporcionalidad y porcentajes)
Test inicial de conocimientos previos sobre el tema.
El objetivo es averiguar el punto de partida del alumno y detectar los conceptos que debe repasar.
Está basado en la programación de Matemáticas de 2º de ESO y se dirige a alumnos de 3º de ESO que cursan Matemáticas orientadas a las enseñanzas aplicadas
* Obligatorio
1. Escribe tu nombre y apellidos
Escriba su respuesta
2. ¿En qué razón están los números 25 y 100? *
(1 Punto)
(Estándar de aprendizaje: Obtiene la razón de dos números)
Escriba su respuesta


educaplay
Actividades
AUTOEVALUACIÓN DE ESTADÍSTICA
Elige la respuesta correcta
Sensible:
Mayúsculas/Minúsculas
Acentos
Estás identificado como Carmen Giraldo Pérez
Comenzar
Autor: Carmen Giraldo Pérez


MATEMÁTICAS APLICADAS 3º ESO (GPMC)
Área personal / Mis cursos / MAAP 3º / UNIDAD 1 / FICHAS DE TRABAJO (recuperar o mejorar)
FICHAS DE TRABAJO (recuperar o mejorar)
Fichas evaluables de trabajo para entregar en caso de que la calificación de la unidad sea no aprobada o si se desea mejorar la nota obtenida.
Ficha 1.pdf 14 de agosto de 2018, 01:54
Ficha 2.pdf 14 de agosto de 2018, 01:54
Ficha 3.pdf 14 de agosto de 2018, 01:54
Ficha 4.pdf 14 de agosto de 2018, 01:54
Sumario de calificaciones
No mostrado a los estudiantes
No
Participantes
7
Enviados
0
Pendientes por calificar
0
Ver/Calificar todas las entregas
Calificación



Itinerario de trabajo

EXPLORA

Contenidos	Completa las actividades	Anota en esta columna	Recursos	Verifica
- Tipos de Cuerpos geométricos y cálculo de su área. - Transformación de unidades de tiempo - Interpretación gráfica de funciones Coordenadas cartesianas	**1.** **Autoevaluación:** Realiza la ficha de trabajo (Para repasar contenidos anteriores y explorar conocimientos sobre funciones) **2.** **Aprende sobre el matemático René Descartes.** Puedes ver el vídeo adjunto o buscar la información en la web	Cosas que necesitas reforzar Tres cosas que averiguaste sobre René Descartes:	Ficha de trabajo Ficha con soluciones Vídeo https://www.youtube.com/watch?v=ZiQZ_sGMePw&list=PLDWbBXUusIyMUF09CTW0A5qGUM4rxT3C	Marca la casilla con una "X" si has realizado la actividad
	3. **Aprende sobre la representación de funciones lineales** Representa las funciones: y=x, y =2, y=x+1, y =-x+2 Usa la calculadora gráfica para comprobar si las representaciones que has realizado son correctas	Escribe alguna similitud y alguna diferencia entre ellas	Calculadora gráfica https://www.geogebra.org/graphing https://www.desmos.com/calculator?lang=es	

EXPLICA

Concepto de función	**4.** **Aprende sobre el concepto de función** Explícalo con ejemplos	Explica qué es una función y escribe algún ejemplo	Vídeo https://youtu.be/fOEhsbk1vqs	
Expresión de una función	**5.** **Aprende sobre las formas de expresión de una función.** Explícalo con ejemplos	Explica qué formas tenemos de representar una función y escribe algún ejemplo	Vídeo https://youtu.be/AkNRtDvK7YM	

APLICA

- Funciones, representación, características. - Funciones lineales	**6.** **Refuerza tus conocimientos sobre funciones:** realiza las actividades interactivas de tu cuaderno digital de fichas	Cosas que necesitas reforzar	Cuaderno digital Fichas interactivas Liveworksheets.com - Cuadernos del alumno	

COMPARTE

-Aplicación de las funciones a la vida cotidiana	**7.** Comparte con tus compañeros algún ejemplo de la vida cotidiana en el que puedes aplicar tus conocimientos sobre funciones	Escribe el ejemplo en el muro digital, puedes aportar también algún ejemplo buscado en la web	Muro digital Padlet https://padlet.com/cana_gil/5ittkrm02skvhfts	
	¡búsqueda de más recursos! **(opcional)**	Si te ha interesado algún tema más y has explorado más recursos, copia y pega aquí la dirección web, y compártela con tus compañeros en el muro digital		

EVALUACIÓN

	8. Reflexiona sobre tu aprendizaje	Anota la puntuación que obtienes en las fichas de repaso de tu cuaderno digital y escribe lo que te ha resultado más fácil y más difícil. *Puntuaciones:* *Lo que más difícil para ti:* *Lo más fácil para ti:*	Cuaderno digital Fichas interactivas Liveworksheets.com - Cuadernos del alumno	

+ RECURSOS

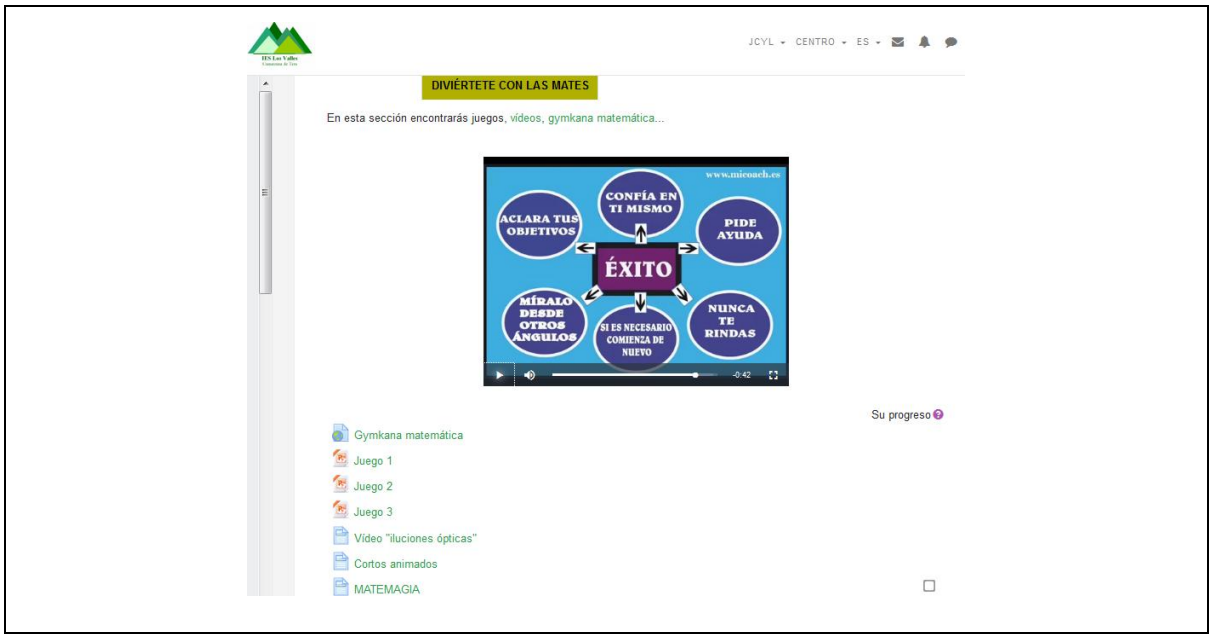
Refuerzo	**9.** Refuerza los contenidos de la unidad en los que tengas más dificultades Haz captura de pantalla de los recursos complementarios con los que has trabajado y pégalas en tu portfolio digital	https://www.matematicasonline.es/segundoeso/mat2eso16b.html	Vídeos	
		https://www.matematicasonline.es/segundoeso/mat2eso16.html https://www.superprof.es/apuntes/escolar/matematicas/indice/matematicas-de-2o-de-eso.html#tema_graficas-y-funciones	Apuntes Actividades interactivas	

Escribe el orden en el que has realizado las actividades propuestas:



Figura 183

Sección: Diviértete con las mates



Anexo E. Diario de clase

En el diario de clase se han codificado los nombres del alumnado y del profesorado participantes para la protección de datos.

Sesión 1 (S1) - 25/2/2019 - 9:25-10:15 H - Aula de informática

La clase se desarrolla en el aula de informática. Los alumnos ya van directamente a sus respectivos ordenadores y acceden al aula virtual con sus claves. También abren su cuaderno digital porque saben que deben incorporar en él las evidencias de su trabajo a modo de capturas de pantalla en la que muestren las actividades interactivas que han realizado con la puntuación obtenida, los vídeos explicativos que han visto o las páginas web visitadas sobre contenidos de la unidad didáctica.

Ha costado, pero finalmente los alumnos han sistematizado el proceso y no es necesario recordarles dónde se encuentra el itinerario que deben seguir ni dónde deben guardar el trabajo que han realizado durante la sesión o cuáles son sus claves.

Sesión 2 (S2) - 27/2/2019 - 8:30-9:20 H - Aula de informática

Hoy asiste a la clase el profesor JM del IES León Felipe de Benavente, en calidad de observador. Los dos participamos en el proyecto Observa-acción en el ámbito competencial digitaliza-acción que abarca la formación en competencia digital y las nuevas propuestas didácticas, metodológicas y de evaluación. La observación y formación es individual. En este proyecto un profesor observa a otro que utiliza las TIC en su práctica docente (experto), posteriormente las integra en su aula y es observado por el experto. En esta modalidad él participa en calidad de observador y yo de mentora o experta. Esta experiencia me permite reflexionar sobre mi propia práctica docente y tener una actitud abierta e innovadora, tratando de incorporar a mi labor educativa recursos como vídeos, actividades interactivas, plataformas en pro de mejorar el aprendizaje de nuestro alumnado nativo digital y contextualizar la enseñanza a esta época digital. El profesor JM observa el trabajo que realizan los alumnos

durante la sesión y el desarrollo de la misma. La tarea propuesta a los alumnos tiene una narrativa basada en una película de ciencia ficción "Divergente" en la que la sociedad estaba dividida en cinco facciones o grupos según sus cualidades y capacidades. Las facciones son Abnegación, Verdad, Cordialidad, Erudición y Osadía. Se plantea a los alumnos el reto de conseguir pasar unas pruebas específicas (test de actividades interactivas) para pertenecer a uno de esos grupos. Realizadas las pruebas, el alumno pasará a formar parte de la facción en la que haya destacado (por obtener mayor puntuación) y obtendrá una insignia que lo identifica como miembro de ese grupo. Existe un grupo especial "Los divergentes", en el que se incluirán a las personas que destaquen en todas las pruebas ya que poseen cualidades de todas las facciones. Los contenidos que se trabajan en la tarea están relacionados con las sucesiones numéricas y algunas de las actividades interactivas integradas en la página web que contiene la tarea a realizar por los alumnos, son seleccionadas de entre los recursos existentes online y otras las he creado utilizando herramientas como Genial.ly, Educaplay, Lesson plans y Office Forms.

Los alumnos en general muestran curiosidad ante este tipo de actividad gamificada y responden mostrando interés por la película y por participar en el juego que se les propone.

Sesión 3 (S3) - 5/3/2019 - 9:25-10:15 H - Aula de informática

En esta sesión, los alumnos son claramente los protagonistas. Han tenido tiempo durante una semana para realizar una tarea, en grupos de dos, consistente en hacer una presentación sobre la sucesión de Fibonacci (origen, características, aplicaciones, etc.). Se ha orientado previamente a los alumnos para que organicen el trabajo en fases (planificación, búsqueda de información, selección de recursos, elaboración y presentación), esto es importante si se tiene en cuenta que no están acostumbrados a realizar en grupo este tipo de tareas de investigación y presentación en las que deben tomar decisiones conjuntamente y llegar a acuerdos. También se les proporciona instrucciones sobre la estructura del trabajo,

detallando sus partes (portada, índice, contenido, fuentes), sobre recursos que deben incorporar para enriquecer el contenido (imágenes, vídeos), sobre el tamaño mínimo o sobre la herramienta para presentar la información (Power point/ Sway u otras que conozcan). Estos aspectos se recogen en la rúbrica de evaluación que se facilita a los alumnos a través de su cuaderno virtual (One Note). El objetivo es que sepan inicialmente qué se va a valorar en la presentación y adapten su contenido a los requisitos mínimos exigibles, dejando margen para la creatividad en la elaboración y/o exposición. Cuando propuse a los alumnos varias herramientas para montar la presentación entre las que podían elegir, pensé que su primera opción sería Power point ya que era la más familiar para ellos. Sin embargo, me sorprendió que la mayoría decidiese arriesgar con una herramienta desconocida para ellos: Sway de Microsoft, herramienta online a la que podían acceder fácilmente desde un enlace situado en su aula virtual. He observado durante su trabajo con esta herramienta que su primer impulso fue probar su funcionamiento, sin preguntar o informarse de su manejo. El uso de las nuevas tecnologías lo aprenden mediante ensayo-error, pero finalmente comprueban que no dominan la herramienta y que para emplear menos tiempo necesitan preguntar a la profesora sobre su manejo. La búsqueda de videotutoriales a través de internet hubiese supuesto una mayor autonomía e iniciativa por parte de los alumnos.

Durante la exposición de la presentación, los alumnos de cada grupo se limitan a leer lo que han escrito y no utilizan sus propias palabras para expresar o explicar los contenidos. Se muestran inseguros, en general, porque son conscientes de que no lo han trabajado adecuadamente y la experiencia es nueva para ellos. No saben responder a las preguntas sencillas que les formulo, lo que me indica que han buscado información, la han copiado y pegado, pero no comprenden su significado o que podrían necesitar más tiempo u organizarse mejor para aprovechar bien el que tienen. Habría que trabajar más la expresión oral y lograr que los alumnos entiendan mejor de lo que hablan, una forma de hacerlo es guiando la tarea de

investigación mediante la formulación de preguntas más concretas y ampliando el plazo de trabajo en grupo en el aula.

Sesión 4 (S4) - 6/3/2019 - 8:30-9:20 H - Aula de grupo

Hoy durante la clase me he fijado en que el alumno 5, ese niño poco hablador, incluso tímido del principio de curso ha cambiado en algunos aspectos. Su comportamiento en clase ha empeorado en cierto sentido y me preocupa que su rendimiento se vea afectado. Últimamente ya no sólo le sigue el juego al alumno 1 respondiendo con monosílabos de forma repetitiva (sí, sí) y con tono burlesco, también participa y tiene iniciativa dando continuidad a lo que para ellos es una forma de complicidad y diversión, y para mí, una falta de respeto. Le he llamado la atención por salir a la pizarra y responder a mis preguntas en tono jocoso. Mira en todo momento hacía el alumno 1 como buscando su aprobación. Está claro que el alumno 1 desempeña el papel de líder y ha influido en dos de sus compañeros (alumnos 3 y 5), pero me surgen varias preguntas al respecto, ¿hasta qué punto esa influencia repercute en la motivación y el rendimiento?, ¿Cómo puedo restablecer un ambiente de trabajo participativo, respetuoso y más centrado en la materia? En este caso los tres han empeorado en los resultados de los últimos controles, aunque esto es muy probable que se deba a múltiples factores: dificultad de los contenidos de álgebra, falta de continuidad en el estudio, poca práctica que facilite la asimilación de contenidos nuevos y la consolidación de los previos, falta de motivación e interés, etc. Definitivamente la interrelación entre los alumnos influye en su aprendizaje significativamente. Otro ejemplo de esto es la relación afectuosa que mantienen los alumnos 2 y 4. Cuesta hacer que se centren en la tarea porque constantemente están pendiente uno del otro.

Sesión 5 (S5) - 11/3/2019 - 9:25-10:15 H - Aula de informática

Hoy hemos ido a clase de informática para seguir con el trabajo en el aula virtual. Inicialmente pretendía que el trabajo en este entorno se realizase desde casa, como

complemento formativo, pero ha sido necesario crear un hábito para normalizar el cambio metodológico. Me he fijado en las preferencias de los alumnos al elegir los recursos disponibles de la plataforma Moodle, que responde por otra parte a los diferentes estilos de aprendizaje que identifican a cada uno. El alumno 5 se ha ido directamente a ver los vídeos disponibles, el alumno 1 se centra en las actividades interactivas de la página web de Vitutor, desecha la actividad de resumir y los recursos de la página de matematicasonline.es, incluidos los vídeos. El alumno 3 se centra en poner al día su cuaderno digital (OneNote), la alumna 6 prefiere los juegos matemáticos que se han seleccionado, son actividades interactivas, pero visualmente más atractivas y que incorporan algunas de las características de los juegos (el objetivo es obtener la mayor puntuación en el menor tiempo posible), los alumnos 2 y 4 se decantan también por las actividades interactivas de la página de Vitutor. Todos ellos descartan hacer las tareas de resumir la unidad y las fichas de trabajo. Estas las tienen que realizar en su cuaderno poco a poco para hacer el repaso antes del examen, pero al ser opcionales, los alumnos han elegido no hacerlas, lo que me recuerda la ley del mínimo esfuerzo y que debo darles un carácter obligatorio, en el caso de alumnos concretos con más dificultades, si quiero que las consideren.

Sesión 6 (S6) - 13/3/2019 - 8:30-9:20 H - Aula de informática

En esta sesión los alumnos realizan el control de la unidad 6 (El lenguaje algebraico). Se trata de un cuestionario integrado en el curso de Matemáticas orientadas a las enseñanzas aplicadas de 3º de ESO alojado en la plataforma Moodle. Como en anteriores ocasiones las cuestiones que aparecen son de selección múltiple, numéricas o de relacionar y con actividades similares a las que han trabajado previamente en la autoevaluación o durante el desarrollo de la unidad. Para su elaboración se tienen en cuenta los estándares de evaluación detallados en la programación. El grado de dificultad de las preguntas es bajo/medio atendiendo a las características del alumnado que forma el grupo y que en general presenta dificultades en

Matemáticas. Para el profesor es laborioso desarrollar este tipo de cuestionarios online, pero como contrapunto la corrección es automática y el alumno recibe retroalimentación inmediata. Sin embargo, hay información relevante que no proporcionan, relacionada con el proceso de resolución de las actividades. Por eso es necesario combinar este tipo de tareas con otras desarrollas en el aula del grupo dónde los alumnos escriben en sus cuadernos y detallan los pasos intermedios en la resolución de problemas. La solución de la actividad por sí sola no proporciona suficiente información para detectar las dificultades matemáticas asociadas a cada alumno.

Sesión 7 (S7) - 19/3/2019 - 9:25-10:15 H - Aula de grupo

Al comenzar la clase cuatro de los seis alumnos manifiesta sus deseos de ir al aula de informática, las dos alumnas restantes no se manifiestan ni a favor ni en contra. Se han acostumbrado a trabajar en el entorno virtual de aprendizaje Moodle tres de los cuatro días a la semana. Se decide permanecer en el aula de grupo para explicar contenidos y determinar el grado de comprensión de los alumnos, haciéndoles preguntas y trabajando su expresión oral matemática. El trabajo en el aula se desarrolla en varias fases, en un primer momento pongo ejemplos y resuelvo alguna actividad en la pizarra para recordar conceptos y procedimientos. Después los alumnos realizan las actividades de su libro de texto de forma individual, comparan resultados por parejas, preguntan dudas y reciben indicaciones personalizadas durante el proceso de resolución y finalmente van saliendo a la pizarra para hacer la corrección de forma grupal. A lo largo de la sesión, los alumnos parecen cansados y con pocas ganas de hacer actividades en su cuaderno, sin embargo, aceptan salir a corregir las actividades y no ponen ningún tipo de objeción. Pero sólo el alumno 3 que en ese momento está en la pizarra parece prestar más atención a la corrección. Los otros alumnos no parecen percatarse de los errores hasta que lo indico. Comento que hay algo mal pero no descubro lo que es hasta más adelante para comprobar si algún alumno detecta el fallo. Finalmente, tras una pista para que se fijen en

la forma de despejar una incógnita de una ecuación de primer grado, el alumno 1 detecta que la trasposición de términos no ha sido correcta (un número que restaba en un miembro se ha pasado al otro miembro dividiendo). Tres alumnos durante esta sesión han cometido el mismo error a pesar de que en cada ocasión se resaltó el procedimiento incorrecto. Lo más llamativo es que incluso el alumno que lo detectó anteriormente cometió el mismo error. Sería muy beneficioso en pro de mejorar el aprendizaje de los alumnos poder averiguar las causas que llevan a esta situación. En principio pueden ser múltiples: falta de atención, premura en la ejecución, predominio de la sistematización del proceso sobre la comprensión…, en cada alumno se podría dar una circunstancia distinta.

Sesión 8 (S8) - 22/3/2019 – 10:20-11:10 H - Aula de informática

Durante la sesión de hoy, he llamado la atención a la alumna 6, la he estado observando durante un tiempo y se distrae constantemente. Cuchichea con unos y otros y no se centra en la tarea que debe realizar con el ordenador. Me preocupa el poco interés que muestra y su actitud pasiva. Su rendimiento es bajo, de los más bajos del grupo. Me sorprende que aprobase el curso pasado porque obtiene peores resultados que sus compañeros. De los seis alumnos de este grupo de Matemáticas aplicadas cuatro tienen las matemáticas pendientes y aunque ella no las tenga es la alumna con peor rendimiento y peores resultados en todos los controles. Su ritmo de aprendizaje es lento, mientras los demás realizan tres test de actividades interactivas, ella sólo uno y últimamente se muestra a la defensiva cuando le digo que aproveche el tiempo y trabaje. Hoy me ha dicho que prefiere clase "normal" porque no se entera de nada. Le comento que debe preguntarme las dudas que tenga y visualizar los videos explicativos que les he indicado en la unidad y a continuación pongo en la pizarra un ejemplo de sistemas de ecuaciones y explico cómo se resuelve en la pizarra. Atienden dos alumnos (3 y 5), el alumno 1 sigue mirando su ordenador, los alumnos 2 y 4 me miran, pero se distraen al momento y la alumna 6 visiblemente molesta me mira, aunque parece no escucharme. Al momento se pone

a hablar con los alumnos 2 y 4, lo que provoca que otra vez le llame la atención. A pesar de los años de experiencia no deja de sorprenderme la actitud de ciertos alumnos, te preocupas por enseñarles, les pones ejemplos para atender sus dudas, les repites explicaciones a pesar de que no estaban atentos y sin embargo son capaces de darse la vuelta, hablar con otros compañeros, aunque tú en ese momento te estés dirigiendo a ellos, me parece una gran falta de respeto.

Sesión 9 (S9) - 25/3/2019 - 9:25-10:15 H - Aula de grupo

Hoy la clase se ha desarrollado en el aula de referencia, no hemos ido a ordenadores. He querido variar la frecuencia con la que vamos al aula de informática para poder atender a los alumnos de una forma más personalizada. Al ser pocos alumnos es posible estar más pendiente de cada uno de ellos y atender a sus dudas. No todos los alumnos han progresado satisfactoriamente con los cambios metodológicos introducidos. En el aula virtual, el proceso de aprendizaje es más autónomo. Es un aprendizaje guiado por el profesor, que da instrucciones, proporciona recursos y establece un itinerario de aprendizaje con una secuencia lógica de contenidos y flexible en cuanto a los recursos disponibles (vídeos, ejemplos resueltos, actividades interactivas, mapas conceptuales, etc.). El alumno avanza a su ritmo y es responsable de su propio aprendizaje, adquiere un papel activo. Los alumnos 3 y 5 han mejorado mucho con esta metodología, sobre todo el alumno 3. Ambos van recuperando la asignatura del curso pasado y progresando poco a poco durante este curso. Sin embargo, el alumno 1 parece haberse estancado. Llegó nuevo a este centro y su nivel era superior al de sus compañeros, en cuanto a razonamiento y destrezas. Respondía adecuadamente a muchas de las preguntas que le formulaba y obtenía buenos resultados en las pruebas. Sin embargo, conforme avanzamos, sus resultados ya no son tan buenos. Los contenidos del bloque de álgebra en general suelen resultar para los alumnos más difíciles de asimilar por su nivel de abstracción y los resultados suelen ser peores con relación al bloque de aritmética. El alumno 1 empezó siendo el que mejores resultados obtenía y era consciente de que sus conocimientos y

habilidades previas eran superiores a los demás. Su forma de integrarse se basó en llamar la atención de sus compañeros con gracietas y comentarios en voz baja. Conforme ha ido ganando confianza y obtenido la complicidad de sus compañeros que ríen sus gracias u ocurrencias basadas en la repetición de monosílabos (sí, no) ha ido descuidando su trabajo en el aula. Ha sido necesario hablar en privado con él para amonestarle por su comportamiento, empezaba a interferir en su aprendizaje de forma significativa.

Sesión 10 (S10) - 27/3/2019 – 8:30-9:20 H - Aula de grupo

Hoy la clase se ha desarrollado en el aula de grupo. El día anterior les mande una actividad para hacer en casa y sólo el alumno 3 la hizo. No les mando mucha tarea para casa, tan sólo un ejercicio o a lo sumo dos para que practiquen lo que han trabajado en clase y adquieran los hábitos de estudio que ya deberían tener adquiridos y sin embargo no es así. Tengo que informarme si en otras asignaturas tampoco hacen los deberes o es algo selectivo dependiendo de la materia, del esfuerzo que les suponga o la dificultad. Tres de los alumnos tienen la asignatura de CMAT (Conocimiento de las Matemáticas) en la que realizan actividades de refuerzo (fichas de ejercicios) con otro profesor y el día que tienen clase de CMAT y luego de Matemáticas se muestran más desganados porque vuelven a trabajar los mismos contenidos, aunque las actividades sean diferentes. Hace poco visité como observadora el IES Camilo Castelo Branco de Vilá Real (Portugal) dentro del proyecto Observa-acción en la modalidad entre centros internacional y una de las diferencias que observé en clase de Matemáticas con respecto a nuestro centro es que las clases tenían una duración de 90 minutos y los alumnos parecían estar acostumbrados a esto, aunque con algunos era difícil captar su atención durante mucho tiempo. Eran alumnos de 1º de Bachillerato, que se presupone son más responsables en sus estudios no obligatorios y estaban familiarizados con la exposición de contenidos, una enseñanza más tradicional y menos participativa por parte del alumnado. Estaban expuestos a explicaciones más prolongadas y teóricas, en comparación con mis clases,

en las que necesito introducir más práctica, variar el tipo de actividades, su ejecución (individual/grupal) o los recursos empleados para mantener el interés. Es posible que la clase que presencié tampoco respondiese a la forma habitual de proceder por parte del profesor ya que de alguna manera mi presencia en calidad de observadora pudo inducir al docente a mostrarme dos aspectos que él consideraba importantes, la dificultad o nivel de los contenidos abordados y el buen comportamiento de los alumnos en clase. No quedando al descubierto otros aspectos igualmente relevantes sobre recursos (diferentes al libro de texto), tipo de actividades, etc. En cuanto a la polémica sobre deberes que hay en España (más a nivel de educación primaria), de momento en Portugal no están abordando ese debate y no cuestionan que sean necesarios en niveles de secundaria.

Anexo F. Preguntas del cuestionario SELFIE

La Figura 184 muestra las preguntas del cuestionario SELFIE del curso académico 2019-2020 para cada grupo participante y distribuidas por cada área principal y la Figura 185 se refiere a los cursos 2021-2022 y 2023-2024.

Figura 184

Preguntas del cuestionario SELFIE en 2019-2020

Área A: Liderazgo

Esta área se centra en el papel que desempeña el liderazgo en la integración de las tecnologías digitales a nivel de centro educativo y en su uso efectivo para las principales labores del centro, es decir, la enseñanza y el aprendizaje.

Opciones de respuesta: escalas de cinco puntos y no aplicable (N/A)

Código de la pregunta[1]	Nombre de la pregunta	EQUIPO DIRECTIVO	PROFESORADO	ALUMNADO
A1	Estrategia digital	En nuestro centro contamos con una **estrategia digital**	En nuestro centro contamos con una **estrategia digital**	
A2	Desarrollo de la estrategia con los profesores	Desarrollamos la **estrategia digital** de nuestro centro en colaboración **con los profesores**	Nuestro equipo directivo involucra al profesorado **en** el desarrollo de la **estrategia digital del centro**	
A3	Nuevas modalidades de enseñanza	Apoyamos a los profesores para que exploren **nuevas formas de enseñanza con tecnologías digitales**	Cuento con el apoyo de nuestro equipo directivo a la hora de probar **nuevas formas de enseñanza con tecnologías digitales**	
A4	Evaluación del progreso	En nuestro centro **evaluamos nuestros progresos** en materia de enseñanza y aprendizaje con tecnologías digitales	En nuestro centro **evaluamos nuestros progresos** en materia de enseñanza y aprendizaje con tecnologías digitales	
A5	Debate sobre el uso de la tecnología	En nuestro centro debatimos sobre las **ventajas y desventajas** de la enseñanza y el aprendizaje con tecnologías digitales	En nuestro centro debatimos sobre las **ventajas y desventajas** de la enseñanza y el aprendizaje con tecnologías digitales	En nuestro centro hablamos con los profesores sobre las **ventajas y desventajas** de utilizar la tecnología para el aprendizaje
A6	Colaboraciones	En nuestro centro utilizamos tecnologías digitales al **colaborar con otras organizaciones**	En nuestro centro utilizamos tecnologías digitales al **colaborar con otras organizaciones**	
A7 OP	Tiempo para explorar la enseñanza digital	*En nuestro centro los profesores tienen **tiempo para explorar** cómo mejorar su método de enseñanza con tecnologías digitales*	*En nuestro centro tengo **tiempo para explorar** cómo mejorar mi método de enseñanza con tecnologías digitales*	
A8 OP	Normas sobre derechos de autor y licencias de uso	*En nuestro centro respetamos **los derechos de autor y las licencias de uso** al utilizar tecnologías digitales para la enseñanza y el aprendizaje*	*En nuestro centro respetamos **los derechos de autor y las licencias de uso** al utilizar tecnologías digitales para la enseñanza y el aprendizaje*	

[1] Este código también se usa en el informe SELFIE del centro para identificar las preguntas.

Área B: Infraestructura y Equipamiento

Esta área se centra en la existencia de una infraestructura adecuada, fiable y segura (por ejemplo, equipos, software, recursos informativos, conexión a internet, asistencia técnica o espacio físico). Estos elementos pueden permitir y facilitar el empleo de prácticas innovadoras de enseñanza, aprendizaje y evaluación.

Opciones de respuesta: escalas de cinco puntos y no aplicable (N/A)

Código de la pregunta	Nombre de la pregunta	EQUIPO DIRECTIVO	PROFESORADO	ALUMNADO
B1	Infraestructura	En nuestro centro la **infraestructura** digital respalda la enseñanza y el aprendizaje con tecnologías digitales	En nuestro centro la **infraestructura** digital respalda la enseñanza y el aprendizaje con tecnologías digitales	
B2	Dispositivos digitales para la enseñanza	En nuestro centro hay **dispositivos digitales para su uso en la enseñanza**	En nuestro centro existen **dispositivos digitales que puedo utilizar en mi labor de docente**	
B3	Acceso a internet	En nuestro centro se facilita **acceso a internet** para la enseñanza y el aprendizaje	En nuestro centro se facilita **acceso a internet** para la enseñanza y el aprendizaje	En nuestro centro tengo **acceso a internet para mis estudios**
B4	Asistencia técnica	En nuestro centro se dispone de **asistencia técnica** cuando surgen problemas con las tecnologías digitales	En nuestro centro se dispone de **asistencia técnica** cuando surgen problemas con las tecnologías digitales	En nuestro centro dispongo de asistencia técnica **cuando tengo problemas con la tecnología**
B5	Protección de datos	En nuestro centro existen sistemas de **protección de datos**	En nuestro centro existen sistemas de **protección de datos**	
B6	Dispositivos digitales para el aprendizaje	En nuestro centro hay **dispositivos digitales** que son propiedad del centro o están gestionados por él y **que el alumnado puede utilizar** cuando los necesita	En nuestro centro hay **dispositivos digitales** que son propiedad del centro o están gestionados por él y **que el alumnado puede utilizar** cuando los necesita	En nuestro centro hay **ordenadores o tabletas que puedo utilizar**
B7 OP	Traer el propio dispositivo	*En nuestro centro el alumnado puede traer sus **propios dispositivos portátiles** y utilizarlos durante las clases*	*En nuestro centro el alumnado puede traer sus **propios dispositivos portátiles** y utilizarlos durante las clases*	*En nuestro centro puedo traer mi **propio dispositivo portátil** y utilizarlo durante las clases*
B8 OP	Espacios físicos	*En nuestro centro, los **espacios físicos** facilitan la enseñanza y el aprendizaje con tecnologías digitales*	*En nuestro centro, los **espacios físicos** facilitan la enseñanza y el aprendizaje con tecnologías digitales*	

Área B: Infraestructura y Equipamiento

Esta área se centra en la existencia de una infraestructura adecuada, fiable y segura (por ejemplo, equipos, software, recursos informativos, conexión a internet, asistencia técnica o espacio físico). Estos elementos pueden permitir y facilitar el empleo de prácticas innovadoras de enseñanza, aprendizaje y evaluación.

Opciones de respuesta: escalas de cinco puntos y no aplicable (N / A)

Código de la pregunta	Nombre de la pregunta	EQUIPO DIRECTIVO	PROFESORADO	ALUMNADO
B9 OP	Tecnologías asistenciales	*En nuestro centro, el alumnado con necesidades educativas especiales tiene acceso a **tecnologías asistenciales***	*En nuestro centro, el alumnado con necesidades educativas especiales tiene acceso a **tecnologías asistenciales***	
B10 OP	Bibliotecas/repositorios en línea	*En nuestro centro existen repositorios o bibliotecas en línea que contienen **materiales de enseñanza y aprendizaje***	*En nuestro centro existen repositorios o bibliotecas en línea que contienen **materiales de enseñanza y aprendizaje***	*En nuestro centro hay bibliotecas en línea con **material de aprendizaje** que puedo utilizar para mis deberes*

Área C: Desarrollo profesional continuo– Parte 1

Esta área se centra en estudiar si el centro facilita o no el desarrollo profesional continuo (DPC) de su personal a todos los niveles y si invierte o no en este proceso. El DPC puede respaldar el desarrollo y la integración de nuevos modelos de enseñanza y aprendizaje que utilicen tecnologías digitales para lograr mejores resultados de aprendizaje.

Opciones de respuesta: escalas de cinco puntos y no aplicable (N/A)

Código de la pregunta	Nombre de la pregunta	EQUIPO DIRECTIVO	PROFESORADO	ALUMNADO
C1	Necesidades de DPC	(Debatimos) con nuestro profesorado sobre sus **necesidades de DPC** en lo relativo a la enseñanza con tecnologías digitales	Nuestro equipo directivo reflexiona con nosotros sobre nuestras **necesidades de DPC** en lo relativo a la enseñanza con tecnologías digitales	
C2	Participación en el DPC	Nuestro **profesorado tiene acceso a posibilidades de DPC** en lo relativo a la enseñanza y el aprendizaje con tecnologías digitales	Tengo acceso a **posibilidades de DPC** en lo relativo a la enseñanza y el aprendizaje con tecnologías digitales	
C3	Intercambio de experiencias	Ayudamos a nuestro profesorado a que **intercambien experiencias** dentro de la comunidad educativa sobre la enseñanza con tecnologías digitales	Nuestro equipo directivo nos ayuda a **intercambiar experiencias** dentro del centro sobre la enseñanza con tecnologías digitales	

Área C: Desarrollo profesional continuo (DPC) - Parte 2

Opciones de respuesta: No es nada útil; No es útil; Tiene cierta utilidad; Es útil; Es muy útil; No ha participado

Código de la pregunta	Nombre de la pregunta	EQUIPO DIRECTIVO	PROFESORADO	ALUMNADO
-	Utilidad de las actividades de DPC		Si en el último año ha participado en alguna de las siguientes actividades de DPC (Desarrollo profesional continuo) sobre el empleo de tecnologías digitales con fines pedagógicos, indique el grado de utilidad que han tenido para usted	
-	Desarrollo profesional presencial		Cursos, seminarios o conferencias presenciales fuera del centro	
-	Desarrollo profesional en línea		Cursos en línea, seminarios web o conferencias en línea	
-	Desarrollo profesional a través de la colaboración		Aprender de otros profesores del centro a través de actividades de colaboración en línea o en persona	
-	Desarrollo profesional a través de redes profesionales		Aprender de otros profesores a través de redes de profesores o comunidades de prácticas en línea (como eTwinning)	
-	Orientación/asesoramiento internos		Servicios de orientación o asesoramiento internos, facilitados como parte de un acuerdo educativo oficial	
-	Otra formación interna		Otras actividades formativas internas organizadas por el centro (por ejemplo, talleres impartidos por el coordinador TIC u observar cómo trabajan los compañeros)	
-	Visitas de estudio		Visitas de estudio (por ejemplo, a otros centros, empresas u organizaciones)	
-	Programas acreditados		Programas acreditados (por ejemplo, cursos breves acreditados o programas de grado)	

Área C: Desarrollo profesional continuo (DPC) - Parte 2

Opciones de respuesta: No es nada útil; No es útil; Tiene cierta utilidad; Es útil; Es muy útil; No ha participado

Código de la pregunta	Nombre de la pregunta	EQUIPO DIRECTIVO	PROFESORADO	ALUMNADO
-	Otras oportunidades de DPC		Otras posibilidades de DPC relacionadas con la enseñanza con tecnologías digitales (especifíquense)	
Open	Ejemplos de actividades de DPC eficaces	Facilite un ejemplo de actividad de DPC sobre el empleo pedagógico de las tecnologías digitales que haya considerado especialmente eficaz		

Área D: Enseñanza y aprendizaje - Parte 1 | Competencias digitales del profesorado

Utilizar tecnologías digitales para un aprendizaje más eficaz requiere actualizar y renovar las prácticas de enseñanza y aprendizaje.

Opciones de respuesta: escalas de cinco puntos y no aplicable (N/A)

Código de la pregunta	Nombre de la pregunta	EQUIPO DIRECTIVO	PROFESORADO	ALUMNADO
D1	Recursos educativos en línea	Nuestro profesorado **busca recursos** educativos digitales **en línea**	**Busco** recursos educativos digitales **en internet**	
D2	Creación de recursos digitales	Nuestro profesorado **crea recursos digitales** para reforzar su labor de enseñanza	**Creo recursos digitales** para reforzar mi método de enseñanza	
D3	Empleo de entornos virtuales de aprendizaje	Nuestro profesorado emplea **entornos virtuales de aprendizaje con el alumnado**	Utilizo **entornos virtuales de aprendizaje con los alumnos**	Nuestro profesorado utiliza **plataformas en línea**, a las que nosotros también podemos contribuir, con el objetivo de facilitar nuestro aprendizaje
D4	Comunicación con la comunidad educativa	Nuestro profesorado utiliza tecnologías digitales para la **comunicación relativa al centro educativo**	Utilizo tecnologías digitales para **la comunicación relativa al centro educativo**	
D5	Protección de la seguridad de los datos	Nuestro profesorado **protege la seguridad de los datos** relacionados con el centro educativo	**Protejo la seguridad de los datos** digitales relacionados con el centro educativo	
D11 OP	Recursos educativos abiertos	*Nuestro profesorado utiliza **recursos educativos abiertos***	*Utilizo **recursos educativos abiertos***	
Open	Tecnología útil para la enseñanza		Facilite un ejemplo de una tecnología digital que considere especialmente útil para la enseñanza (dispositivo, *software*, plataforma, recurso, etc.)	

Área D: Enseñanza y aprendizaje - Parte 2 | Prácticas aplicadas

Utilizar tecnologías digitales para un aprendizaje más eficaz requiere actualizar y renovar las prácticas de enseñanza y aprendizaje.

Opciones de respuesta: escalas de cinco puntos y no aplicable (N/A)

Código de la pregunta	Nombre de la pregunta	EQUIPO DIRECTIVO	PROFESORADO	ALUMNADO
D6	Adaptación a las necesidades del alumnado	Nuestro profesorado utiliza tecnologías digitales para **adaptar su método de enseñanza** a las necesidades individuales del alumnado	Utilizo tecnologías digitales para **adaptar mi método de enseñanza** a las necesidades individuales del alumnado	En nuestro centro el profesorado nos asigna **diferentes actividades** que debemos realizar utilizando tecnologías **acordes a nuestras necesidades**
D7	Fomento de la creatividad	Nuestro profesorado utiliza actividades de aprendizaje digitales que **fomentan la creatividad del alumnado**	Utilizo tecnologías digitales para **fomentar la creatividad del alumnado**	En nuestro centro utilizo la tecnología para realizar **actividades creativas**
D8	Inclusión del alumnado	Nuestro profesorado realiza actividades de aprendizaje digitales que **motivan al alumnado**	Realizo actividades de aprendizaje digitales que **motivan al alumnado**	En nuestro centro **participo más** cuando utilizamos la tecnología
D9	Colaboración del alumnado	Nuestro profesorado utiliza tecnologías digitales para facilitar **la colaboración entre el alumnado**	Utilizo tecnologías digitales para facilitar **la colaboración entre el alumnado**	En nuestro centro **utilizamos** la tecnología para trabajar en grupo
D10	Proyectos interdisciplinares	Nuestro profesorado fomenta la participación del alumnado en **proyectos interdisciplinares** utilizando tecnologías digitales	Fomento la participación del alumnado en **proyectos interdisciplinares** utilizando tecnologías digitales	En nuestro centro utilizamos la tecnología para **proyectos** que combinan diferentes asignaturas

Área E: Prácticas de evaluación

Esta área se refiere a las medidas que podrían considerar los centros para sustituir gradualmente la evaluación tradicional por un conjunto de prácticas más amplio. Dicho conjunto podría incluir prácticas de evaluación centradas en el alumno, personalizadas y realistas que se apoyen en las posibilidades que ofrece la tecnología.

Opciones de respuesta: escalas de cinco puntos y no aplicable (N/A)

Código de la pregunta	Nombre de la pregunta	EQUIPO DIRECTIVO	PROFESORADO	ALUMNADO
E1	Evaluación digital	Ayudamos al profesorado a utilizar tecnologías digitales para fines de **evaluación**	Nuestro equipo directivo me ayuda a utilizar tecnologías digitales para fines de **evaluación**	
E2	Evaluación de las capacidades	Nuestro profesorado utiliza tecnologías digitales para **evaluar las habilidades de los alumnos**	Utilizo tecnologías digitales para **evaluar las habilidades de los alumnos**	
E3	Retroalimentación adecuada	Nuestro profesorado utiliza tecnologías digitales para facilitar **retroalimentación adecuada** al alumnado	Utilizo tecnologías digitales para facilitar **retroalimentación adecuada** al alumnado	En nuestro centro utilizamos la tecnología para recibir **retroalimentación adecuada** *(feedback)* sobre nuestro aprendizaje
E4	Autorreflexión sobre el aprendizaje	Nuestro profesorado utiliza tecnologías digitales para que el alumnado **reflexione sobre su aprendizaje**	Utilizo tecnologías digitales para que el alumnado **reflexione sobre su aprendizaje**	En nuestro centro utilizo la tecnología para **conocer en mayor detalle mis puntos fuertes y débiles** como estudiante
E5	Comentarios a otros alumnos sobre su trabajo	Nuestro profesorado utiliza tecnologías digitales para que el alumnado pueda realizar **observaciones constructivas sobre el trabajo de sus compañeros**	Utilizo tecnologías digitales para que el alumnado pueda realizar **observaciones sobre el trabajo de sus compañeros**	En nuestro centro utilizo la tecnología para **realizar observaciones sobre el trabajo de mis compañeros**
E6 OP	Documentación del aprendizaje	*Nuestro profesorado facilita que el alumnado utilice tecnologías digitales para **documentar su aprendizaje***	*Facilito que el alumnado utilice tecnologías digitales para **documentar su aprendizaje***	*En nuestro centro utilizo la tecnología para **llevar un registro de mis estudios***
E7 OP	Empleo de datos para mejorar el aprendizaje	*Nuestro profesorado **utiliza datos digitales** sobre alumnos concretos para mejorar su experiencia de aprendizaje*	***Utilizo datos digitales** sobre alumnos concretos para mejorar su experiencia de aprendizaje*	
E8 OP	Evaluación de las capacidades desarrolladas fuera del centro	*Nuestro profesorado valora las **habilidades digitales** que el alumnado ha desarrollado **fuera del centro educativo***	*Valoro las habilidades **digitales** que el alumnado ha desarrollado **fuera del centro educativo***	*Nuestro profesorado valora las **habilidades digitales** que he desarrollado fuera del centro*

Área F: Competencias digitales del alumnado

Esta área está relacionada con el conjunto de capacidades, conocimientos y actitudes que permiten a los alumnos emplear las tecnologías digitales de forma segura, creativa y crítica.

Opciones de respuesta: escalas de cinco puntos y no aplicable (N/A)

Código de la pregunta	Nombre de la pregunta	EQUIPO DIRECTIVO	PROFESORADO	ALUMNADO
F1	Habilidades digitales para diferentes materias	Nos aseguramos de que el alumnado desarrolle **habilidades digitales para diferentes materias**	Nuestro equipo directivo se asegura de que los alumnos desarrollen habilidades **digitales para diferentes materias**	En nuestro centro utilizo la tecnología en **diferentes asignaturas**
F2	Comportamiento seguro	En nuestro centro el alumnado aprende a **actuar de manera segura en internet**	En nuestro centro el alumnado aprende a **actuar de manera segura en internet**	En nuestro centro aprendo a **actuar de manera segura en internet**
F3	Comportamiento responsable	En nuestro centro el alumnado aprende a **actuar de manera responsable en internet**	En nuestro centro el alumnado aprende a **actuar de manera responsable en internet**	En nuestro centro aprendo a **actuar de manera responsable y a respetar a los demás** cuando utilizo **internet**
F4	Verificar la calidad de la información	En nuestro centro el alumnado aprende a comprobar si la **información** que encuentra en internet es **fiable y precisa**	En nuestro centro el alumnado aprende a comprobar si la **información** que encuentra en internet es **fiable y precisa**	En nuestro centro aprendo a comprobar si la información que encuentro en internet es **fiable y precisa**
F5	Otorgar reconocimiento al trabajo de los demás	En nuestro centro el alumnado aprende a **dar crédito al trabajo de otras personas** que ha encontrado en internet	En nuestro centro el alumnado aprende a **dar crédito al trabajo de otras personas** que ha encontrado en internet	En nuestro centro aprendo a **utilizar el trabajo de otras personas** que he encontrado en internet
F6	Creación de contenidos digitales	En nuestro centro el alumnado aprende a **crear contenidos digitales**	En nuestro centro el alumnado aprende a **crear contenidos digitales**	En nuestro centro aprendo a **crear contenidos digitales**
F7	Aprender a comunicarse	En nuestro centro el alumnado aprende a **comunicarse utilizando tecnologías digitales**	En nuestro centro el alumnado aprende a **comunicarse utilizando tecnologías digitales**	En nuestro centro aprendo a **comunicarme utilizando la tecnología**
F8 OP	Aprender a codificar o programar	*En nuestro centro el alumnado aprende a **codificar** o **programar***	*En nuestro centro el alumnado aprende a **codificar** o **programar***	*En nuestro centro aprendo a **codificar** o **programar***
F9 OP	Resolver problemas técnicos	*En nuestro centro el alumnado aprende a **resolver problemas técnicos** que surgen al utilizar tecnologías digitales*	*En nuestro centro el alumnado aprende a **resolver problemas técnicos** que surgen al utilizar tecnologías digitales*	*En nuestro centro, aprendo a **resolver problemas técnicos** que surgen al utilizar la tecnología*

Figura 185

Preguntas del cuestionario SELFIE en 2021-2022 y 2023-2024

Área A: Liderazgo

Esta área se centra en el papel que desempeña el liderazgo en la integración de las tecnologías digitales a nivel de centro educativo y en su uso efectivo para las principales labores del centro, es decir, la enseñanza y el aprendizaje.

Opciones de respuesta: escalas de cinco puntos y no aplicable (N/A)

Código de la pregunta[1]	Nombre de la pregunta	EQUIPO DIRECTIVO	PROFESORADO	ALUMNADO
A1	Estrategia digital	En nuestro centro contamos con una **estrategia digital**	En nuestro centro contamos con una **estrategia digital**	
A2	Desarrollo de la estrategia con los profesores	Desarrollamos la **estrategia digital** de nuestro centro en colaboración **con los profesores**	Nuestro equipo directivo involucra al profesorado **en** el desarrollo de la **estrategia digital del centro**	
A3	Nuevas modalidades de enseñanza	Apoyamos a los profesores para que exploren **nuevas formas de enseñanza con tecnologías digitales**	Cuento con el apoyo de nuestro equipo directivo a la hora de probar **nuevas formas de enseñanza con tecnologías digitales**	
A4 OP	Tiempo para explorar la enseñanza digital	*En nuestro centro los profesores tienen **tiempo para explorar** cómo mejorar su método de enseñanza con tecnologías digitales*	*En nuestro centro tengo **tiempo para explorar** cómo mejorar mi método de enseñanza con tecnologías digitales*	
A5 OP	Normas sobre derechos de autor y licencias de uso	*En nuestro centro respetamos **los derechos de autor y las licencias de uso** al utilizar tecnologías digitales para la enseñanza y el aprendizaje*	*En nuestro centro respetamos **los derechos de autor y las licencias de uso** al utilizar tecnologías digitales para la enseñanza y el aprendizaje*	

[1] Este código también se usa en el informe SELFIE del centro para identificar las preguntas.

Área B: Colaboración e interconexión

Esta área se relaciona con las medidas que las escuelas pueden considerar para apoyar una cultura de colaboración y comunicación para compartir experiencias y aprender de manera efectiva dentro y fuera de los límites de la organización.

Opciones de respuesta: escalas de cinco puntos y no aplicable (N/A)

Código de la pregunta	Nombre de la pregunta	EQUIPO DIRECTIVO	PROFESORADO	ALUMNADO
B1	Evaluación del progreso	En nuestro centro **evaluamos nuestros progresos** en materia de enseñanza y aprendizaje con tecnologías digitales	En nuestro centro **evaluamos nuestros progresos** en materia de enseñanza y aprendizaje con tecnologías digitales	
B2	Debate sobre el uso de la tecnología	En nuestro centro debatimos sobre las **ventajas y desventajas** de la enseñanza y el aprendizaje con tecnologías digitales	En nuestro centro debatimos sobre las **ventajas y desventajas** de la enseñanza y el aprendizaje con tecnologías digitales	En nuestro centro hablamos con los profesores sobre las **ventajas y desventajas** de utilizar la tecnología para el aprendizaje
B3	Colaboraciones	En nuestro centro utilizamos tecnologías digitales al **colaborar con otras organizaciones**	En nuestro centro utilizamos tecnologías digitales al **colaborar con otras organizaciones**	
B4 OP	Sinergias para el aprendizaje mixto	*En nuestro centro **colaboramos con otros centros y / u organizaciones** para apoyar el uso de tecnologías digitales.*	*En nuestro centro **colaboramos con otros centros y / u organizaciones** para apoyar el uso de tecnologías digitales.*	

Área C: Infraestructura y Equipamiento

Esta área se centra en la existencia de una infraestructura adecuada, fiable y segura (por ejemplo, equipos, software, recursos informativos, conexión a internet, asistencia técnica o espacio físico). Estos elementos pueden permitir y facilitar el empleo de prácticas innovadoras de enseñanza, aprendizaje y evaluación.

Opciones de respuesta: escalas de cinco puntos y no aplicable (N/A)

Código de la pregunta	Nombre de la pregunta	EQUIPO DIRECTIVO	PROFESORADO	ALUMNADO
C1	Infraestructura	En nuestro centro la **infraestructura** digital respalda la enseñanza y el aprendizaje con tecnologías digitales	En nuestro centro la **infraestructura** digital respalda la enseñanza y el aprendizaje con tecnologías digitales	
C2	Dispositivos digitales para la enseñanza	En nuestro centro hay **dispositivos digitales para su uso en la enseñanza**	En nuestro centro existen **dispositivos digitales que puedo utilizar en mi labor de docente**	
C3	Acceso a internet	En nuestro centro se facilita **acceso a internet** para la enseñanza y el aprendizaje	En nuestro centro se facilita **acceso a internet** para la enseñanza y el aprendizaje	En nuestro centro tengo **acceso a internet para mis estudios**
C5	Asistencia técnica	En nuestro centro se dispone de **asistencia técnica** cuando surgen problemas con las tecnologías digitales	En nuestro centro se dispone de **asistencia técnica** cuando surgen problemas con las tecnologías digitales	En nuestro centro dispongo de asistencia técnica **cuando tengo problemas con la tecnología**
C7	Protección de datos	En nuestro centro existen sistemas de **protección de datos**	En nuestro centro existen sistemas de **protección de datos**	
C8	Dispositivos digitales para el aprendizaje	En nuestro centro hay **dispositivos digitales** que son propiedad del centro o están gestionados por él y **que el alumnado puede utilizar** cuando los necesita	En nuestro centro hay **dispositivos digitales** que son propiedad del centro o están gestionados por él y **que el alumnado puede utilizar** cuando los necesita	En nuestro centro hay **ordenadores o tabletas que puedo utilizar**
C10 OP	Dispositivos propiedad del centro para alumnos.	*En nuestro centro, hay **dispositivos portátiles** administrados y propiedad de la centro que los alumnos pueden llevar a casa cuando sea necesario.*	*En nuestro centro, hay **dispositivos portátiles** administrados y propiedad de la centro que los alumnos pueden llevar a casa cuando sea necesario.*	*En nuestro centro hay **dispositivos portátiles** para llevar a casa cuando sea necesario*
C11 OP	FRACTURA DIGITAL: medidas para identificar dificultades	*En nuestro centro, tenemos medidas para **identificar las dificultades** que con el aprendizaje mixto, relacionados con las necesidades de aprendizaje de los alumnos y su contexto socioeconómico*	*En nuestro centro, tenemos medidas para **identificar las dificultades** que surgen con el aprendizaje mixto, relacionados con las necesidades de aprendizaje de los alumnos y su contexto socioeconómico*	

Área C: Infraestructura y Equipamiento

Opciones de respuesta: escalas de cinco puntos y no aplicable (N/A)

Código de la pregunta	Nombre de la pregunta	EQUIPO DIRECTIVO	PROFESORADO	ALUMNADO
C12 OP	FRACTURA DIGITAL: Apoyo para abordar dificultades	*En nuestro centro, tenemos un plan para ayudar a los profesores **a enfrentar los desafíos** que surgen con el aprendizaje mixto, relacionados con las necesidades de aprendizaje de los alumnos y su contexto socioeconómico.*	*En nuestro centro, tenemos un plan para ayudar a los profesores **a enfrentar los desafíos** que surgen con el aprendizaje mixto, relacionados con las necesidades de aprendizaje de los alumnos y su contexto socioeconómico.*	
C13 OP	Traer el propio dispositivo	*En nuestro centro el alumnado puede traer sus **propios dispositivos portátiles** y utilizarlos durante las clases*	*En nuestro centro el alumnado puede traer sus **propios dispositivos portátiles** y utilizarlos durante las clases*	*En nuestro centro, puedo traer e usar **mi propio dispositivo pórtatil** durante las clases*
C14 OP	Espacios físicos	*En nuestro centro, los **espacios físicos** facilitan la enseñanza y el aprendizaje con tecnologías digitales*	*En nuestro centro, los **espacios físicos** facilitan la enseñanza y el aprendizaje con tecnologías digitales*	
C15 OP	Tecnologías asistenciales	*En nuestro centro, el alumnado con necesidades educativas especiales tiene acceso a **tecnologías asistenciales***	*En nuestro centro, el alumnado con necesidades educativas especiales tiene acceso a **tecnologías asistenciales***	
C16 OP	Bibliotecas/repositorios en línea	*En nuestro centro existen repositorios o bibliotecas en línea que contienen **materiales de enseñanza y aprendizaje***	*En nuestro centro existen repositorios o bibliotecas en línea que contienen **materiales de enseñanza y aprendizaje***	*En nuestro centro, hay repositorios en línea con **material pedagógico disponible para mis estudios***

Área D: Desarrollo profesional continuo– Parte 1

Esta área se centra en estudiar si el centro facilita o no el desarrollo profesional continuo (DPC) de su personal a todos los niveles y si invierte o no en este proceso. El DPC puede respaldar el desarrollo y la integración de nuevos modelos de enseñanza y aprendizaje que utilicen tecnologías digitales para lograr mejores resultados de aprendizaje.

Opciones de respuesta: escalas de cinco puntos y no aplicable (N/A)

Código de la pregunta	Nombre de la pregunta	EQUIPO DIRECTIVO	PROFESORADO	ALUMNADO
D1	Necesidades de DPC	(Debatimos) con nuestro profesorado sobre sus **necesidades de DPC** en lo relativo a la enseñanza con tecnologías digitales	Nuestro equipo directivo reflexiona con nosotros sobre nuestras **necesidades de DPC** en lo relativo a la enseñanza con tecnologías digitales	
D2	Participación en el DPC	Nuestro **profesorado tiene acceso a posibilidades de DPC** en lo relativo a la enseñanza y el aprendizaje con tecnologías digitales	Tengo acceso a **posibilidades de DPC** en lo relativo a la enseñanza y el aprendizaje con tecnologías digitales	
D3	Intercambio de experiencias	Ayudamos a nuestro profesorado a que **intercambien experiencias** dentro de la comunidad educativa sobre la enseñanza con tecnologías digitales	Nuestro equipo directivo nos ayuda a **intercambiar experiencias** dentro del centro sobre la enseñanza con tecnologías digitales	

Área D: Desarrollo profesional continuo (DPC) - Parte 2

Opciones de respuesta: No es nada útil; No es útil; Tiene cierta utilidad; Es útil; Es muy útil; No ha participado

Código de la pregunta	Nombre de la pregunta	EQUIPO DIRECTIVO	PROFESORADO	ALUMNADO
-	Utilidad de las actividades de DPC		Si en el último año ha participado en alguna de las siguientes actividades de DPC (Desarrollo profesional continuo) sobre el empleo de tecnologías digitales con fines pedagógicos, indique el grado de utilidad que han tenido para usted	
-	Desarrollo profesional presencial		Cursos, seminarios o conferencias presenciales fuera del centro	
-	Desarrollo profesional en línea		Cursos en línea, seminarios web o conferencias en línea	
-	Desarrollo profesional a través de la colaboración		Aprender de otros profesores del centro a través de actividades de colaboración en línea o en persona	
-	Desarrollo profesional a través de redes profesionales		Aprender de otros profesores a través de redes de profesores o comunidades de prácticas en línea (como eTwinning)	
-	Orientación/asesoramiento internos		Servicios de orientación o asesoramiento internos, facilitados como parte de un acuerdo educativo oficial	
-	Otra formación interna		Otras actividades formativas internas organizadas por el centro (por ejemplo, talleres impartidos por el coordinador TIC u observar cómo trabajan los compañeros)	
-	Visitas de estudio		Visitas de estudio (por ejemplo, a otros centros, empresas u organizaciones)	
-	Programas acreditados		Programas acreditados (por ejemplo, cursos breves acreditados o programas de grado)	

Área D: Desarrollo profesional continuo (DPC) - Parte 2

Opciones de respuesta: No es nada útil; No es útil; Tiene cierta utilidad; Es útil; Es muy útil; No ha participado

Código de la pregunta	Nombre de la pregunta	EQUIPO DIRECTIVO	PROFESORADO	ALUMNADO
-	Otras oportunidades de DPC		Otras posibilidades de DPC relacionadas con la enseñanza con tecnologías digitales (especifíquense)	
Pregunta abierta	Ejemplos de actividades de DPC eficaces	Facilite un ejemplo de actividad de DPC sobre el empleo pedagógico de las tecnologías digitales que haya considerado especialmente eficaz		

Área E: Pedagogía: apoyos y recursos

Esta área se relaciona con la preparación para el uso de tecnologías digitales para el aprendizaje mediante la actualización e innovación de las prácticas de enseñanza y aprendizaje.

Opciones de respuesta: escalas de cinco puntos y no aplicable (N/A)

Código de la pregunta	Nombre de la pregunta	EQUIPO DIRECTIVO	PROFESORADO	ALUMNADO
E1	Recursos educativos en línea	Nuestro profesorado **busca recursos** educativos digitales **en línea**	**Busco** recursos educativos digitales **en internet**	
E2	Creación de recursos digitales	Nuestro profesorado **crea recursos digitales** para reforzar su labor de enseñanza	**Creo recursos digitales** para reforzar mi método de enseñanza	
E3	Empleo de entornos virtuales de aprendizaje	Nuestro profesorado emplea **entornos virtuales de aprendizaje con el alumnado**	Utilizo **entornos virtuales de aprendizaje con los alumnos**	Nuestro profesorado utiliza **plataformas en línea**, a las que nosotros también podemos contribuir, con el objetivo de facilitar nuestro aprendizaje
D4	Comunicación con la comunidad educativa	Nuestro profesorado utiliza tecnologías digitales para la **comunicación relativa al centro educativo**	Utilizo tecnologías digitales para **la comunicación relativa al centro educativo**	
E5 OP	Recursos educativos abiertos	*Nuestro profesorado utiliza* ***recursos educativos abiertos***	*Utilizo* ***recursos educativos abiertos***	
Pregunta abierta	Tecnología útil para la enseñanza		Facilite un ejemplo de una tecnología digital que considere especialmente útil para la enseñanza (dispositivo, *software*, plataforma, recurso, etc.)	Pon un ejemplo de una tecnología digital que consideres especialmente útil para el aprendizaje (dispositivo, programa, plataforma, recurso, etc.).

Área F: Pedagogía: implementación en el aula

Esta área se relaciona con la implementación en el aula de tecnologías digitales para el aprendizaje, mediante la actualización e innovación de las prácticas de enseñanza y aprendizaje.

Opciones de respuesta: escalas de cinco puntos y no aplicable (N/A)

Código de la pregunta	Nombre de la pregunta	EQUIPO DIRECTIVO	PROFESORADO	ALUMNADO
F1	Adaptación a las necesidades del alumnado	Nuestro profesorado utiliza tecnologías digitales para **adaptar su método de enseñanza** a las necesidades individuales del alumnado	Utilizo tecnologías digitales para **adaptar mi método de enseñanza** a las necesidades individuales del alumnado	En nuestro centro el profesorado nos asigna **diferentes actividades** que debemos realizar utilizando tecnologías **acordes a nuestras necesidades**
F3	Fomento de la creatividad	Nuestro profesorado utiliza actividades de aprendizaje digitales que **fomentan la creatividad del alumnado**	Utilizo tecnologías digitales para **fomentar la creatividad del alumnado**	En nuestro centro utilizo la tecnología para realizar **actividades creativas**
F4	Inclusión del alumnado	Nuestro profesorado realiza actividades de aprendizaje digitales que **motivan al alumnado**	Realizo actividades de aprendizaje digitales que **motivan al alumnado**	En nuestro centro **participo más** cuando utilizamos la tecnología
F5	Colaboración del alumnado	Nuestro profesorado utiliza tecnologías digitales para facilitar **la colaboración entre el alumnado**	Utilizo tecnologías digitales para facilitar **la colaboración entre el alumnado**	En nuestro centro **utilizamos** la tecnología para trabajar en grupo
F6	Proyectos interdisciplinares	Nuestro profesorado fomenta la participación del alumnado en **proyectos interdisciplinares** utilizando tecnologías digitales	Fomento la participación del alumnado en **proyectos interdisciplinares** utilizando tecnologías digitales	En nuestro centro utilizamos la tecnología para **proyectos** que combinan diferentes asignaturas

Área G: Prácticas de evaluación

Esta área se refiere a las medidas que podrían considerar los centros para sustituir gradualmente la evaluación tradicional por un conjunto de prácticas más amplio. Dicho conjunto podría incluir prácticas de evaluación centradas en el alumno, personalizadas y realistas que se apoyen en las posibilidades que ofrece la tecnología.

Opciones de respuesta: escalas de cinco puntos y no aplicable (N/A)

Código de la pregunta	Nombre de la pregunta	EQUIPO DIRECTIVO	PROFESORADO	ALUMNADO
G1	Evaluación de las capacidades	Nuestro profesorado utiliza tecnologías digitales para **evaluar las habilidades de los alumnos**	Utilizo tecnologías digitales para **evaluar las habilidades de los alumnos**	
G3	Retroalimentación adecuada	Nuestro profesorado utiliza tecnologías digitales para facilitar **retroalimentación adecuada** al alumnado	Utilizo tecnologías digitales para facilitar **retroalimentación adecuada** al alumnado	En nuestro centro utilizamos la tecnología para recibir **retroalimentación adecuada** *(feedback)* sobre nuestro aprendizaje
G5	Autorreflexión sobre el aprendizaje	Nuestro profesorado utiliza tecnologías digitales para que el alumnado **reflexione sobre su aprendizaje**	Utilizo tecnologías digitales para que el alumnado **reflexione sobre su aprendizaje**	En nuestro centro utilizo la tecnología para **conocer en mayor detalle mis puntos fuertes y débiles** como estudiante
G6	Comentarios a otros alumnos sobre su trabajo	Nuestro profesorado utiliza tecnologías digitales para que el alumnado pueda realizar **observaciones constructivas sobre el trabajo de sus compañeros**	Utilizo tecnologías digitales para que el alumnado pueda realizar **observaciones sobre el trabajo de sus compañeros**	En nuestro centro utilizo la tecnología para **realizar observaciones sobre el trabajo de mis compañeros**
G7 OP	Evaluación digital	*Ayudamos al profesorado a utilizar tecnologías digitales para fines de **evaluación***	*Nuestro equipo directivo me ayuda a utilizar tecnologías digitales para fines de **evaluación***	
G8 OP	Documentación del aprendizaje	*Nuestro profesorado facilita que el alumnado utilice tecnologías digitales para **documentar su aprendizaje***	*Facilito que el alumnado utilice tecnologías digitales para **documentar su aprendizaje***	En nuestro centro utilizo la tecnología para **llevar un registro de mis estudios**
G9 OP	Empleo de datos para mejorar el aprendizaje	*Nuestro profesorado **utiliza datos digitales** sobre alumnos concretos para mejorar su experiencia de aprendizaje*	***Utilizo datos digitales** sobre alumnos concretos para mejorar su experiencia de aprendizaje*	
G10 OP	Evaluación de las capacidades desarrolladas fuera del centro	*Nuestro profesorado valora las **habilidades digitales** que el alumnado ha desarrollado **fuera del centro educativo***	*Valoro las habilidades **digitales** que el alumnado ha desarrollado **fuera del centro educativo***	Nuestro profesorado **valora las habilidades digitales** que he desarrollado fuera del centro o del lugar de trabajo

Área H: Competencias digitales del alumnado

Esta área está relacionada con el conjunto de capacidades, conocimientos y actitudes que permiten a los alumnos emplear las tecnologías digitales de forma segura, creativa y crítica.

Opciones de respuesta: escalas de cinco puntos y no aplicable (N/A)

Código de la pregunta	Nombre de la pregunta	EQUIPO DIRECTIVO	PROFESORADO	ALUMNADO
H1	Comportamiento seguro	En nuestro centro el alumnado aprende a **actuar de manera segura en internet**	En nuestro centro el alumnado aprende a **actuar de manera segura en internet**	En nuestro centro aprendo a **actuar de manera segura en internet**
H3	Comportamiento responsable	En nuestro centro el alumnado aprende a **actuar de manera responsable en internet**	En nuestro centro el alumnado aprende a **actuar de manera responsable en internet**	En nuestro centro aprendo a **actuar de manera responsable y a respetar a los demás** cuando utilizo **internet**
H4	Verificar la calidad de la información	En nuestro centro el alumnado aprende a comprobar si la **información** que encuentra en internet es **fiable y precisa**	En nuestro centro el alumnado aprende a comprobar si la **información** que encuentra en internet es **fiable y precisa**	En nuestro centro aprendo a comprobar si la información que encuentro en internet es **fiable y precisa**
H6	Otorgar reconocimiento al trabajo de los demás	En nuestro centro el alumnado aprende a **dar crédito al trabajo de otras personas** que ha encontrado en internet	En nuestro centro el alumnado aprende a **dar crédito al trabajo de otras personas** que ha encontrado en internet	En nuestro centro aprendo a **utilizar el trabajo de otras personas** que he encontrado en internet
H7	Creación de contenidos digitales	En nuestro centro el alumnado aprende a **crear contenidos digitales**	En nuestro centro el alumnado aprende a **crear contenidos digitales**	En nuestro centro aprendo a **crear contenidos digitales**
H8	Aprender a comunicarse	En nuestro centro el alumnado aprende a **comunicarse utilizando tecnologías digitales**	En nuestro centro el alumnado aprende a **comunicarse utilizando tecnologías digitales**	En nuestro centro aprendo a **comunicarme utilizando la tecnología**
H10 OP	Habilidades digitales para diferentes materias	*Nos aseguramos de que el alumnado desarrolle **habilidades digitales para diferentes materias***	*Nuestro equipo directivo se asegura de que los alumnos desarrollen habilidades **digitales para diferentes materias***	*En nuestro centro utilizo la tecnología en **diferentes asignaturas***
H11 OP	Aprender a codificar o programar	*En nuestro centro el alumnado aprende a **codificar** o **programar***	*En nuestro centro el alumnado aprende a **codificar** o **programar***	*En nuestro centro aprendo a **codificar** o **programar***
H13 OP	Resolver problemas técnicos	*En nuestro centro el alumnado aprende a **resolver problemas técnicos** que surgen al utilizar tecnologías digitales*	*En nuestro centro el alumnado aprende a **resolver problemas técnicos** que surgen al utilizar tecnologías digitales*	*En nuestro centro, aprendo a **resolver problemas técnicos** que surgen al utilizar la tecnología*

Anexo G. Interacción con ChatGPT

En la Figura 186 se muestra la interacción de la profesora-investigadora con la versión 3.5 de ChatGPT (OpenAI, 2023) para resolver un problema de Programación Lineal [PL] y la Figura 187 se refiere a la versión 4o de ChatGPT (OpenAI, 2024). El problema de PL aparece resuelto en la página web Calculo.cc (Figura 188).

Figura 186

Resolución de un problema de PL con ChatGPT versión 3.5

Eres un estudiante de 2º de bachillerato y tu profesora te plantea el siguiente problema: Una persona tiene 15000 € para invertir en dos tipos de acciones, A y B. El tipo A tiene un interés anual del 9%, y el tipo B, del 5%. Decide invertir, como máximo, 9000 € en A, y como mínimo, 3000 € en B. Además, quiere invertir en A tanto o más que en B. ¿Cómo debe invertir los 15000 € para que el beneficio sea máximo? y ¿Cuál es ese beneficio máximo anual?

Para resolver este problema, podemos plantearlo como un problema de optimización. Queremos maximizar el beneficio anual, que está determinado por la inversión en dos tipos de acciones, A y B, sujetas a ciertas restricciones. Definamos las variables:

- x = Cantidad invertida en el tipo A en euros.
- y = Cantidad invertida en el tipo B en euros.

Entonces, tenemos las siguientes restricciones:

1. $x + y = 15000$ (ya que el total invertido debe ser de 15000 €).
2. $x \leq 9000$ (la inversión en A no debe exceder los 9000 €).
3. $y \geq 3000$ (la inversión en B debe ser al menos 3000 €).
4. $x \geq y$ (se quiere invertir en A tanto o más que en B).

El beneficio anual en euros se puede calcular como:

$$B = 0.09x + 0.05y$$

Ahora, podemos plantear este problema de optimización:

Maximizar $B = 0.09x + 0.05y$

Sujeto a las restricciones:

1. $x + y = 15000$
2. $x \leq 9000$
3. $y \geq 3000$
4. $x \geq y$

Para resolverlo, podemos usar el método de sustitución. Primero, despejamos y de la restricción 1:

$$y = 15000 - x$$

Luego, sustituimos y en la ecuación del beneficio B:

$$B = 0.09x + 0.05(15000 - x)$$

Ahora, simplificamos y resolvemos:

$$B = 0.09x + 750 - 0.05x \; B = 0.04x + 750$$

Para maximizar B, debemos maximizar x. Sin embargo, como x está limitado a un máximo de 9000 €, invertiremos 9000 € en A y el resto en B:

$x = 9000$ (el máximo permitido) $y = 15000 - x = 15000 - 9000 = 6000$

Entonces, para obtener el beneficio máximo anual, invertiríamos 9000 € en A y 6000 € en B. Calculamos el beneficio:

$$B = 0.04x + 750 = 0.04(9000) + 750 = 360 + 750 = 1110$$

El beneficio máximo anual sería de 1110 € si se invirtieran 9000 € en A y 6000 € en B.

¿Cuáles son las variables del problema anterior?

Las variables del problema son las incógnitas que debes determinar para encontrar la solución óptima. En el problema de la inversión en acciones, las variables son:

1. x = Cantidad invertida en el tipo A en euros.
2. y = Cantidad invertida en el tipo B en euros.

Estas variables representan la cantidad de dinero que la persona debe invertir en los dos tipos de acciones, A y B, respectivamente. El objetivo es encontrar los valores óptimos de x y y que maximicen el beneficio anual, sujeto a las restricciones dadas en el problema.

3.5

Función objetivo

La función objetivo en este problema de optimización es la expresión matemática que deseas maximizar o minimizar. En este caso, el objetivo es maximizar el beneficio anual, que se calcula como la suma de los intereses de las inversiones en los tipos A y B. La función objetivo es:

$$B = 0.09x + 0.05y$$

Donde:

- B es el beneficio anual en euros.
- x es la cantidad invertida en el tipo A en euros.
- y es la cantidad invertida en el tipo B en euros.

El propósito de este problema es maximizar B al encontrar los valores de x y y que satisfacen las restricciones dadas y hacen que el beneficio anual sea lo más alto posible.

Restricciones

Las restricciones son las condiciones o limitaciones que debes cumplir en el problema de optimización. En este caso, las restricciones son las siguientes:

1. Restricción de presupuesto: La persona tiene un total de 15000 € para invertir en acciones, por lo que la restricción de presupuesto es: $x + y = 15000$
2. Restricción de inversión máxima en A: La persona no puede invertir más de 9000 € en el tipo A, lo que se expresa como: $x \leq 9000$
3. Restricción de inversión mínima en B: La persona debe invertir al menos 3000 € en el tipo B, lo que se expresa como: $y \geq 3000$
4. Restricción de inversión en A mayor o igual a B: La persona desea invertir en A tanto o más que en B, lo que se expresa como: $x \geq y$

Estas restricciones garantizan que la persona cumple con las condiciones específicas de inversión y presupuesto. El problema de optimización consiste en encontrar los valores de x y y que maximizan el beneficio anual (función objetivo) dentro de estas restricciones.

3.5

Región factible

La región factible en un problema de optimización es el conjunto de puntos que satisface todas las restricciones del problema. En este caso, las restricciones son:

1. $x + y = 15000$
2. $x \leq 9000$
3. $y \geq 3000$
4. $x \geq y$

Para encontrar la región factible, primero graficamos estas restricciones en un sistema de coordenadas. Aquí hay una descripción de cada restricción en el espacio xy:

1. La restricción $x + y = 15000$ es una línea recta que representa el presupuesto total de 15000 €.
2. La restricción $x \leq 9000$ es una línea vertical en $x = 9000$ que indica que la inversión en A no debe exceder los 9000 €.
3. La restricción $y \geq 3000$ es una línea horizontal en $y = 3000$ que indica que la inversión en B debe ser al menos 3000 €.
4. La restricción $x \geq y$ es una línea que pasa por el origen $(0, 0)$ con una pendiente de 45 grados, lo que significa que la inversión en A debe ser al menos igual a la inversión en B.

La región factible es la intersección de todas estas restricciones en el plano xy. En este caso, la región factible será un área triangular en el primer cuadrante del plano xy que cumple con todas las restricciones. Las coordenadas de los vértices de esta región representarán las soluciones factibles para el problema de inversión.

Para encontrar los vértices de la región factible, puedes resolver los sistemas de ecuaciones formados por las diferentes combinaciones de las restricciones. Luego, evaluar la función objetivo en estos vértices te permitirá determinar cuál de ellos maximiza el beneficio anual.

3.5

Representa la región factible

Para representar la región factible en el plano xy, primero graficaremos cada una de las restricciones y luego identificaremos la intersección de esas restricciones, que formará la región factible. A continuación, te mostraré cómo hacerlo:

1. Restricción de presupuesto: $x + y = 15000$

Grafiquemos esta restricción en el plano xy. Es una línea recta con una pendiente negativa que pasa por los puntos (0, 15000) y (15000, 0). Aquí está la gráfica de esta restricción:

lua — Copiar código

```
    |
15000|    x + y = 15000
    |
    |--------------------
     0   9000
```

2. Restricción de inversión máxima en A: $x \leq 9000$

Esta restricción es una línea vertical en $x = 9000$. Aquí está la gráfica:

lua — Copiar código

```
    |
15000|    x + y = 15000
    |    x = 9000
    |
    |--------------------
     0   9000
```

3. Restricción de inversión mínima en B: $y \geq 3000$

Esta restricción es una línea horizontal en $y = 3000$. Aquí está la gráfica:

lua — Copiar código

```
    |
15000|    x + y = 15000
    |    x = 9000
    |    y = 3000
    |
    |--------------------
     0   9000
```

4. Restricción de inversión en A mayor o igual a B: $x \geq y$

Esta restricción es una línea que pasa por el origen $(0, 0)$ con una pendiente de 45 grados. Aquí está la gráfica:

lua — Copiar código

```
    |
15000|    x + y = 15000
    |    x = 9000
    |    y = 3000
    |    x >= y
    |   _____
    |  /
    | /
    |/
    |--------------------
     0   9000
```

La región factible es el área triangular que se forma en la intersección de todas estas restricciones. Está delimitada por las líneas $x + y = 15000$, $x = 9000$, $y = 3000$, y $x = y$. En esta región factible, puedes encontrar los puntos que cumplen con todas las restricciones y, por lo tanto, representan las posibles soluciones factibles para el problema de inversión.

Vértices de la región factible

Para encontrar los vértices de la región factible, necesitas identificar los puntos de intersección de las restricciones en el plano xy. En este caso, la región factible es un área triangular limitada por las restricciones $x + y = 15000$, $x = 9000$, $y = 3000$, y $x = y$. Los vértices de esta región son los puntos donde estas restricciones se cruzan.

1. Punto de intersección entre $x + y = 15000$ y $x = 9000$:

Resolvemos el sistema de ecuaciones:

$$\begin{aligned} x + y &= 15000 \\ x &= 9000 \end{aligned}$$

Sustituyendo $x = 9000$ en la primera ecuación:

$$9000 + y = 15000$$

Restamos 9000 de ambos lados:

$$y = 6000$$

Por lo tanto, el primer vértice es $(9000, 6000)$.

2. Punto de intersección entre $x + y = 15000$ y $y = 3000$:

Resolvemos el sistema de ecuaciones:

$$\begin{aligned} x + y &= 15000 \\ y &= 3000 \end{aligned}$$

Sustituyendo $y = 3000$ en la primera ecuación:

$$x + 3000 = 15000$$

Restamos 3000 de ambos lados:

$$x = 12000$$

El segundo vértice es $(12000, 3000)$.

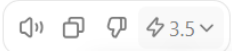
3. Punto de intersección entre $x = 9000$ y $x = y$:

En este caso, las dos restricciones se superponen, ya que ambas son $x = 9000$. Por lo tanto, este punto es $(9000, 9000)$.

En resumen, los vértices de la región factible son los siguientes:

1. $(9000, 6000)$
2. $(12000, 3000)$
3. $(9000, 9000)$

Estos son los puntos donde las restricciones se cruzan en el plano xy y representan las soluciones factibles para el problema de inversión. Puedes evaluar la función objetivo en cada uno de estos puntos para determinar cuál de ellos maximiza el beneficio anual.



Valor máximo de la función objetivo

Para encontrar el valor máximo de la función objetivo $B = 0.04x + 750$ en la región factible, que está delimitada por los vértices que encontramos previamente, evaluamos la función objetivo en cada uno de los vértices. Luego, seleccionamos el valor más alto entre las evaluaciones.

Los vértices de la región factible son:

1. $(9000, 6000)$
2. $(12000, 3000)$
3. $(9000, 9000)$

Evaluemos la función objetivo en cada uno de estos vértices:

1. En el vértice $(9000, 6000)$:

$$B = 0.04 \cdot 9000 + 750 = 360 + 750 = 1110$$

2. En el vértice $(12000, 3000)$:

$$B = 0.04 \cdot 12000 + 750 = 480 + 750 = 1230$$

3. En el vértice $(9000, 9000)$:

$$B = 0.04 \cdot 9000 + 750 = 360 + 750 = 1110$$

El valor máximo de la función objetivo se obtiene en el vértice $(12000, 3000)$, donde $B = 1230$.

Por lo tanto, el beneficio máximo anual que se puede obtener es de 1230 € al invertir 12000 € en el tipo A y 3000 € en el tipo B, lo que cumple con todas las restricciones del problema.

Resuelve el problema con métodos de programación lineal

Para resolver este problema utilizando métodos de programación lineal, podemos formularlo como un problema de programación lineal (PL). La programación lineal es una técnica matemática que se utiliza para optimizar una función lineal sujeta a un conjunto de restricciones lineales.

Primero, definimos las variables de decisión:

- x = Cantidad invertida en el tipo A en euros.
- y = Cantidad invertida en el tipo B en euros.

La función objetivo es maximizar el beneficio anual B, que se calcula como:

$$B = 0.09x + 0.05y$$

Sujeto a las siguientes restricciones:

1. Restricción de presupuesto: La suma de las inversiones no debe exceder el presupuesto total de 15000 €:

   $$x + y \leq 15000$$

2. Restricción de inversión máxima en A: La inversión en A no debe exceder 9000 €:

   $$x \leq 9000$$

3. Restricción de inversión mínima en B: La inversión en B debe ser al menos 3000 €:

   $$y \geq 3000$$

4. Restricción de inversión en A mayor o igual a B: La inversión en A debe ser mayor o igual a la inversión en B:

   $$x \geq y$$

Con estas variables, la función objetivo y las restricciones, podemos plantear el problema de programación lineal de la siguiente manera:

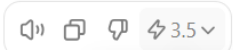
Maximizar:

$$B = 0.09x + 0.05y$$

Sujeto a:

$$\begin{aligned} x + y &\leq 15000 \\ x &\leq 9000 \\ y &\geq 3000 \\ x &\geq y \\ x &\geq 0 \\ y &\geq 0 \end{aligned}$$

Usando un software de programación lineal, puedes resolver este problema y obtener la solución óptima que maximice el beneficio anual. Las soluciones que obtuvimos previamente (inversiones en A y B) y el beneficio máximo anual deberían coincidir con los resultados obtenidos por este enfoque.



Las soluciones anteriores no coinciden con las obtenidas con este enfoque , ¿Cuáles son las correctas?

Mis disculpas por la discrepancia en los resultados anteriores. Vamos a resolver el problema utilizando un enfoque de programación lineal para obtener las soluciones correctas.

El problema de programación lineal es el siguiente:

Maximizar:

$$B = 0.09x + 0.05y$$

Sujeto a las siguientes restricciones:

$$\begin{aligned} x + y &\leq 15000 \\ x &\leq 9000 \\ y &\geq 3000 \\ x &\geq y \\ x &\geq 0 \\ y &\geq 0 \end{aligned}$$

Resolvamos este problema utilizando un software de programación lineal. Aquí están los resultados correctos:

Las soluciones óptimas son:

- $x = 9000$ (invertir 9000 € en el tipo A)
- $y = 6000$ (invertir 6000 € en el tipo B)

El beneficio máximo anual es:

$$B = 0.09x + 0.05y = 0.09(9000) + 0.05(6000) = 810 + 300 = 1110$$

Por lo tanto, las soluciones correctas son invertir 9000 € en el tipo A, 6000 € en el tipo B y obtener un beneficio máximo anual de 1110 €.

3.5

Representa ahora la región factible

Para representar la región factible, primero graficaremos las restricciones en el plano xy, utilizando las soluciones óptimas que obtuvimos en la programación lineal.

Las restricciones son:

1. $x + y \leq 15000$
2. $x \leq 9000$
3. $y \geq 3000$
4. $x \geq y$
5. $x \geq 0$
6. $y \geq 0$

Dado que las restricciones 5 y 6 son simplemente restricciones de no negatividad, no tienen una influencia directa en la forma de la región factible. Por lo tanto, nos centraremos en las primeras cuatro restricciones.

Primero, graficaremos cada restricción individualmente y luego combinaremos sus áreas superpuestas para obtener la región factible.

1. Restricción $x + y \leq 15000$:

Es una línea recta en el plano xy, que representa la restricción del presupuesto total de 15000 €. La región que satisface esta restricción está por debajo de la línea.

2. Restricción $x \leq 9000$:

Esta restricción crea una región en la que x no puede ser mayor de 9000 €. La región se encuentra a la izquierda de una línea vertical en $x = 9000$.

3. Restricción $y \geq 3000$:

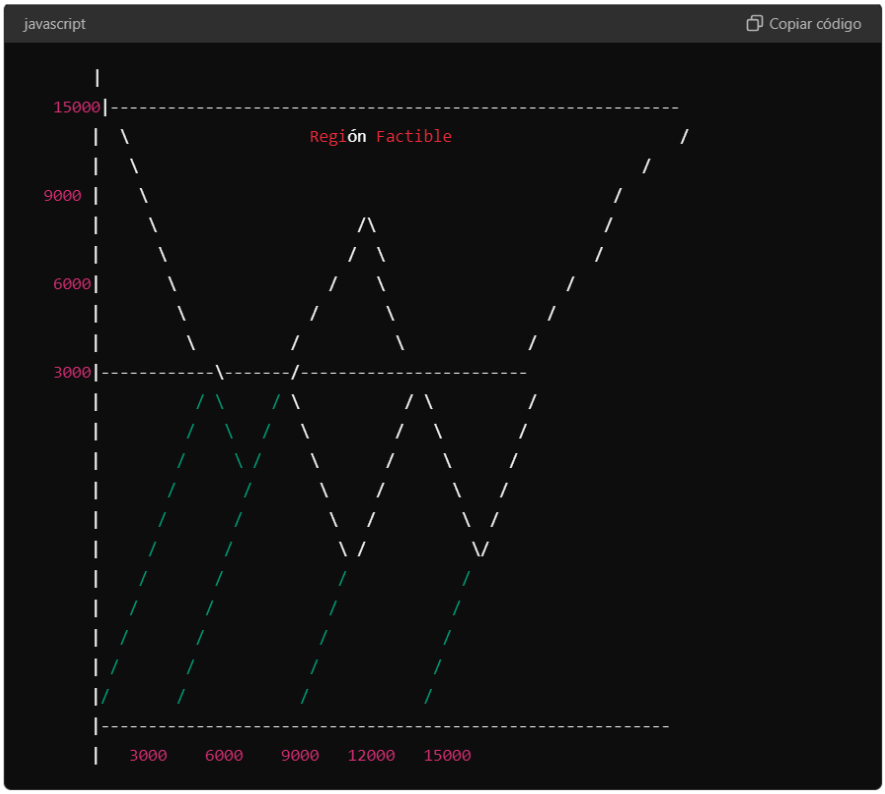
Esta restricción crea una región en la que y no puede ser menor de 3000 €. La región se encuentra por encima de una línea horizontal en $y = 3000$.

4. Restricción $x \geq y$:

Esta restricción establece que x debe ser mayor o igual a y, lo que crea una región triangular en la que x está por encima de y.

La región factible es la intersección de las áreas que satisfacen todas las restricciones. Esto se muestra en el siguiente gráfico:

javascript Copiar código



La región factible es el área sombreada en el gráfico, donde se cumplen todas las restricciones. Los vértices de esta región factible son los puntos donde se intersecan las líneas de restricción. Las soluciones óptimas que obtuvimos con programación lineal se encuentran dentro de esta región factible.

Calcula ahora los vértices de la región factible

Los vértices de la región factible son los puntos donde las restricciones se intersectan. Para encontrar estos puntos de intersección, necesitamos resolver los sistemas de ecuaciones formados por las restricciones. Los vértices representan las soluciones factibles en el espacio xy.

Las restricciones son:

1. $x + y \leq 15000$
2. $x \leq 9000$
3. $y \geq 3000$
4. $x \geq y$

Vamos a encontrar los vértices de la región factible:

1. Intersección de $x + y \leq 15000$ y $x \leq 9000$:

Resolvemos el sistema de ecuaciones:

$$\begin{aligned} x + y &\leq 15000 \\ x &\leq 9000 \end{aligned}$$

Si consideramos la segunda restricción, x debe ser igual o menor que 9000. Entonces, podemos escribir:

$$\begin{aligned} x + y &\leq 15000 \\ x &\leq 9000 \\ y &\leq 15000 - x \end{aligned}$$

Ahora, buscamos el punto donde las restricciones $x \leq 9000$ y $y \leq 15000 - x$ se cruzan. Esto ocurre cuando $x = 9000$ y $y = 15000 - 9000$:

Vértice 1: $(9000, 6000)$

2. Intersección de $x + y \leq 15000$ y $y \geq 3000$:

Resolvemos el sistema de ecuaciones:

$$\begin{aligned} x + y &\leq 15000 \\ y &\geq 3000 \end{aligned}$$

Observamos que cuando $y \geq 3000$, la restricción $x + y \leq 15000$ ya está satisfecha, ya que $x + 3000$ es igual o menor que 15000. Entonces, esta restricción no impone una restricción adicional.

Vértice 2: $(9000, 3000)$

3. Intersección de $x \leq 9000$ y $x \geq y$:

Resolvemos el sistema de ecuaciones:

$$\begin{aligned} x &\leq 9000 \\ x &\geq y \end{aligned}$$

Observamos que estas restricciones son equivalentes a $x \leq 9000$ y $y \leq x$. Esto significa que no hay intersección adicional, ya que ambas restricciones coinciden en el mismo punto que el vértice 2.

Vértice 3: $(9000, 3000)$

En resumen, los vértices de la región factible son:

1. $(9000, 6000)$
2. $(9000, 3000)$

Estos son los dos puntos donde las restricciones se intersectan y representan las soluciones factibles para el problema de inversión.

3.5

Esa respuesta no coincide con los vértices que yo he obtenido, tengo en total cuatro vértices de la región factible, dos de ellos coinciden con los anteriores y los otros dos son: (3000, 3000) y (7500, 7500). ¿Qué sucede?

Mis disculpas por la discrepancia en los resultados. Tienes razón, la región factible en este problema tiene cuatro vértices, y los dos adicionales que mencionaste, (3000, 3000) y (7500, 7500), son parte de la región factible. Permíteme corregir la respuesta:

Los vértices de la región factible son:

1. (9000, 6000)
2. (9000, 3000)
3. (3000, 3000)
4. (7500, 7500)

Estos son los cuatro puntos donde las restricciones se intersectan y representan las soluciones factibles para el problema de inversión. Agradezco tu paciencia y la corrección.

¿Cuál es la solución del problema?

La solución del problema se refiere a cómo debe invertir la persona sus 15000 € para obtener el beneficio máximo anual, y cuál es ese beneficio máximo. Basándonos en los resultados previamente obtenidos, la solución óptima es la siguiente:

Para obtener el beneficio máximo anual, la persona debe invertir 9000 € en el tipo A y 6000 € en el tipo B. Esto cumple con todas las restricciones dadas en el problema.

- Inversión en A (x): 9000 €
- Inversión en B (y): 6000 €

El beneficio máximo anual (B) es:

$$B = 0.09x + 0.05y$$

$$B = 0.09(9000) + 0.05(6000) = 810 + 300 = 1110$$

Por lo tanto, la solución óptima es invertir 9000 € en el tipo A, 6000 € en el tipo B y obtener un beneficio máximo anual de 1110 €.

3.5

Nota. Captura de pantalla de una conversación con ChatGPT (versión GPT-3.5), producida por OpenAI, 1 de octubre de 2023 (OpenAI, 2023).

Figura 187

Resolución de un problema de PL con ChatGPT versión 4o

Eres un alumno y quieres resolver el siguiente problema: Una persona tiene 15000 € para invertir en dos tipos de acciones, A y B. El tipo A tiene un interés anual del 9%, y el tipo B, del 5%. Decide invertir, como máximo, 9000 € en A, y como mínimo, 3000 € en B. Además, quiere invertir en A tanto o más que en B. ¿Cómo debe invertir los 15000 € para que el beneficio sea máximo? y ¿Cuál es ese beneficio máximo anual?

Este es un problema clásico de optimización que se puede resolver utilizando programación lineal. Vamos a definir las variables, establecer las restricciones y luego maximizar la función objetivo.

Definición de variables

- x: Cantidad de dinero invertida en las acciones de tipo A.
- y: Cantidad de dinero invertida en las acciones de tipo B.

Restricciones

1. **Total invertido:** La suma de las inversiones en A y B debe ser igual a 15000 €:

$$x + y = 15000$$

2. **Máximo invertido en A:** Como máximo se pueden invertir 9000 € en A:

$$x \leq 9000$$

3. **Mínimo invertido en B:** Como mínimo se deben invertir 3000 € en B:

$$y \geq 3000$$

4. **Inversión en A al menos igual o mayor que en B:** La inversión en A debe ser igual o mayor que la inversión en B:

$$x \geq y$$

Función objetivo

Queremos maximizar el beneficio anual, que está dado por:

$$\text{Beneficio} = 0.09x + 0.05y$$

Este es el beneficio que queremos maximizar.

Resolviendo el problema

Para resolver este problema, primero hay que sustituir $y = 15000 - x$ en las restricciones y en la función objetivo para tener una sola variable x.

Sustituyendo $y = 15000 - x$ en las restricciones:

1. De $x \leq 9000$, tenemos la restricción original.
2. De $y \geq 3000$, sustituimos y obtenemos:

$$15000 - x \geq 3000 \Rightarrow x \leq 12000$$

3. De $x \geq y$, sustituimos y obtenemos:

$$x \geq 15000 - x \Rightarrow 2x \geq 15000 \Rightarrow x \geq 7500$$

Ahora, considerando todas las restricciones:

$$7500 \leq x \leq 9000$$

La función objetivo se convierte en:

$$\text{Beneficio} = 0.09x + 0.05(15000 - x) = 0.09x + 750 - 0.05x = 0.04x + 750$$

Maximización del beneficio

Dado que la función objetivo $0.04x + 750$ es lineal con una pendiente positiva, el beneficio máximo se alcanzará en el extremo superior del intervalo de x, es decir, cuando $x = 9000$.

- Para $x = 9000$:
  - $y = 15000 - 9000 = 6000$
  - Beneficio = $0.09(9000) + 0.05(6000) = 810 + 300 = 1110\,€$

Respuesta

- La persona debe invertir 9000 € en las acciones de tipo A y 6000 € en las acciones de tipo B.
- El beneficio máximo anual es de **1110 €**.

Resuélvelo con métodos de programación lineal

Para resolver este problema utilizando métodos de programación lineal, se siguen los siguientes pasos: definir el problema de optimización, identificar las restricciones y la función objetivo, y luego aplicar un método de resolución, como el método gráfico o el método simplex.

Paso 1: Definición de las variables

- x: Cantidad de dinero invertida en las acciones de tipo A.
- y: Cantidad de dinero invertida en las acciones de tipo B.

Paso 2: Definición de la función objetivo

Queremos maximizar el beneficio anual, que está dado por:

$$Z = 0.09x + 0.05y$$

donde Z representa el beneficio total.

Paso 3: Establecimiento de las restricciones

1. **Total invertido:** La suma de las inversiones en A y B debe ser igual a 15000 €:

$$x + y = 15000$$

2. **Máximo invertido en A:** Como máximo se pueden invertir 9000 € en A:

$$x \leq 9000$$

3. **Mínimo invertido en B:** Como mínimo se deben invertir 3000 € en B:

$$y \geq 3000$$

4. **Inversión en A al menos igual que en B:** La inversión en A debe ser igual o mayor que la inversión en B:

$$x \geq y$$

Paso 4: Resolución utilizando el método gráfico

Dado que tenemos dos variables y restricciones lineales, podemos resolver el problema gráficamente.

1. **Dibujo de las restricciones en el plano xy:**
   - La restricción $x + y = 15000$ es una línea recta que pasa por los puntos $(15000, 0)$ y $(0, 15000)$.
   - La restricción $x \leq 9000$ es una línea vertical en $x = 9000$.
   - La restricción $y \geq 3000$ es una línea horizontal en $y = 3000$.
   - La restricción $x \geq y$ es una línea que pasa por el origen con pendiente $y = x$.
2. **Identificación de la región factible:**
   La región factible es el área donde se cumplen todas las restricciones simultáneamente. Esta región es un polígono en el plano xy.
3. **Determinación de los vértices de la región factible:**
   - $(9000, 6000)$ es el punto de intersección entre las líneas $x = 9000$ y $x + y = 15000$.
   - $(7500, 7500)$ es el punto de intersección entre las líneas $y = x$ y $x + y = 15000$.
   - $(9000, 9000)$ es el punto de intersección entre las líneas $x = 9000$ y $y = x$.
4. **Evaluación de la función objetivo en los vértices:**
   - En $(9000, 6000)$:
   $$Z = 0.09(9000) + 0.05(6000) = 810 + 300 = 1110\,€$$
   - En $(7500, 7500)$:
   $$Z = 0.09(7500) + 0.05(7500) = 675 + 375 = 1050\,€$$
   - En $(9000, 9000)$:
   $$Z = 0.09(9000) + 0.05(9000) = 810 + 450 = 1260\,€$$

Paso 5: Conclusión

El beneficio máximo se obtiene en el punto $(9000, 6000)$ con un beneficio de 1110 €, tal como se calculó inicialmente. Aunque en $(9000, 9000)$ se obtiene un beneficio mayor (1260 €), no es factible porque la suma de las inversiones excedería los 15000 €. Por lo tanto, la solución correcta es invertir 9000 € en A y 6000 € en B para obtener un beneficio máximo de **1110 €**.

Podría considerarse la restricción x+y≤15000 en lugar de x+y=15000

Sí, se podría considerar la restricción $x + y \leq 15000$ en lugar de $x + y = 15000$. Esto cambia un poco la naturaleza del problema porque ahora es posible que la inversión total sea menor a 15000 €, lo que introduce una flexibilidad adicional en la solución.

Problema revisado

Restricciones actualizadas:

1. **Total invertido (revisado):** La suma de las inversiones en A y B debe ser menor o igual a 15000 €:

$$x + y \leq 15000$$

2. **Máximo invertido en A:** Como máximo se pueden invertir 9000 € en A:

$$x \leq 9000$$

3. **Mínimo invertido en B:** Como mínimo se deben invertir 3000 € en B:

$$y \geq 3000$$

4. **Inversión en A al menos igual que en B:** La inversión en A debe ser igual o mayor que la inversión en B:

$$x \geq y$$

Función objetivo:

El objetivo sigue siendo maximizar el beneficio anual:

$$Z = 0.09x + 0.05y$$

Resolución gráfica

La región factible ahora estará definida por las siguientes líneas en el plano xy:

- $x + y \leq 15000$
- $x \leq 9000$
- $y \geq 3000$
- $x \geq y$

Determinación de los vértices de la región factible:

Los vértices relevantes de la región factible serán los puntos de intersección de las restricciones:

- **Vértice 1:** $(9000, 6000)$, intersección de $x = 9000$ y $x + y = 15000$.
- **Vértice 2:** $(7500, 7500)$, intersección de $x = y$ y $x + y = 15000$.
- **Vértice 3:** $(9000, 3000)$, intersección de $x = 9000$ y $y = 3000$.
- **Vértice 4:** $(12000, 3000)$, intersección de $x + y = 15000$ y $y = 3000$.

Evaluación de la función objetivo en los vértices:

1. **En** $(9000, 6000)$:
$$Z = 0.09(9000) + 0.05(6000) = 810 + 300 = 1110\,€$$
2. **En** $(7500, 7500)$:
$$Z = 0.09(7500) + 0.05(7500) = 675 + 375 = 1050\,€$$
3. **En** $(9000, 3000)$:
$$Z = 0.09(9000) + 0.05(3000) = 810 + 150 = 960\,€$$
4. **En** $(12000, 3000)$:
$$Z = 0.09(12000) + 0.05(3000) = 1080 + 150 = 1230\,€$$

Conclusión:

- El beneficio máximo se obtiene en el vértice $(12000, 3000)$ con un beneficio de **1230 €**.
- Por lo tanto, con la nueva restricción $x + y \leq 15000$, la persona debería invertir 12000 € en acciones de tipo A y 3000 € en acciones de tipo B para maximizar su beneficio.

Este cambio en la restricción $x + y \leq 15000$ permite un mayor beneficio al no forzar a que se inviertan todos los 15000 €.

El vértice (12000,3000) no puede pertenecer a la región factible porque no cumple la restricción x≤9000

Tienes razón, el vértice $(12000, 3000)$ no pertenece a la región factible porque viola la restricción $x \leq 9000$. Vamos a recalcular la solución teniendo en cuenta todas las restricciones.

Restricciones del problema:

1. **Total invertido:** $x + y \leq 15000$
2. **Máximo invertido en A:** $x \leq 9000$
3. **Mínimo invertido en B:** $y \geq 3000$
4. **Inversión en A al menos igual que en B:** $x \geq y$

Vértices de la región factible

Para encontrar la solución, identificamos los puntos de intersección relevantes dentro de la región factible, considerando todas las restricciones.

1. **Vértice 1:** $(9000, 6000)$
   - Intersección de $x = 9000$ y $x + y = 15000$.
   - Satisface $x \leq 9000$, $y \geq 3000$, y $x \geq y$.
2. **Vértice 2:** $(7500, 7500)$
   - Intersección de $x = y$ y $x + y = 15000$.
   - Satisface $x \leq 9000$, $y \geq 3000$, y $x \geq y$.
3. **Vértice 3:** $(9000, 3000)$
   - Intersección de $x = 9000$ y $y = 3000$.
   - Satisface $x \leq 9000$, $y \geq 3000$, y $x \geq y$.

Estos son los únicos vértices de la región factible que cumplen todas las restricciones.

Evaluación de la función objetivo en los vértices:

1. En $(9000, 6000)$:

$$Z = 0.09(9000) + 0.05(6000) = 810 + 300 = 1110\,€$$

2. En $(7500, 7500)$:

$$Z = 0.09(7500) + 0.05(7500) = 675 + 375 = 1050\,€$$

3. En $(9000, 3000)$:

$$Z = 0.09(9000) + 0.05(3000) = 810 + 150 = 960\,€$$

Conclusión:

- El beneficio máximo de 1110 € se obtiene en el vértice $(9000, 6000)$.
- Por lo tanto, la persona debe invertir 9000 € en las acciones de tipo A y 6000 € en las acciones de tipo B para maximizar su beneficio, que será **1110 €**.

La restricción $x \leq 9000$ efectivamente limita la cantidad que se puede invertir en el tipo A, y la solución óptima se encuentra en el punto donde se invierte el máximo permitido en A y el resto en B.

4o

El vértice (3000,3000) pertenece la la región factible

Gracias por señalar eso. Vamos a reconsiderar el vértice $(3000, 3000)$ en el análisis.

Restricciones del problema:

1. **Total invertido:** $x + y \leq 15000$
2. **Máximo invertido en A:** $x \leq 9000$
3. **Mínimo invertido en B:** $y \geq 3000$
4. **Inversión en A al menos igual que en B:** $x \geq y$

Vértices de la región factible

Vamos a identificar los vértices donde se intersectan las restricciones:

1. **Vértice 1:** $(9000, 6000)$
   - Intersección de $x = 9000$ y $x + y = 15000$.
   - Cumple todas las restricciones.
2. **Vértice 2:** $(7500, 7500)$
   - Intersección de $x = y$ y $x + y = 15000$.
   - Cumple todas las restricciones.
3. **Vértice 3:** $(9000, 3000)$
   - Intersección de $x = 9000$ y $y = 3000$.
   - Cumple todas las restricciones.
4. **Vértice 4:** $(3000, 3000)$
   - Intersección de $x = y$ y $y = 3000$.
   - Cumple todas las restricciones.

Evaluación de la función objetivo en los vértices

1. En $(9000, 6000)$:

$$Z = 0.09(9000) + 0.05(6000) = 810 + 300 = 1110\,€$$

2. En $(7500, 7500)$:

$$Z = 0.09(7500) + 0.05(7500) = 675 + 375 = 1050\,€$$

3. En $(9000, 3000)$:

$$Z = 0.09(9000) + 0.05(3000) = 810 + 150 = 960\,€$$

4. En $(3000, 3000)$:

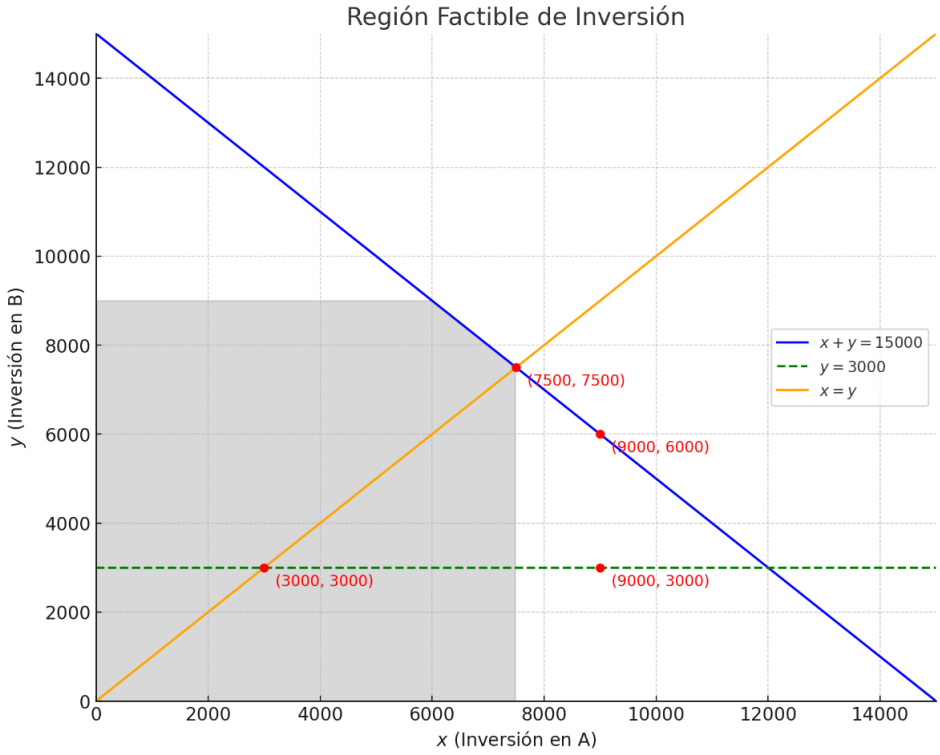
$$Z = 0.09(3000) + 0.05(3000) = 270 + 150 = 420\,€$$

Conclusión

- **El beneficio máximo se sigue obteniendo en el vértice $(9000, 6000)$ con un beneficio de 1110 €.**
- **El vértice** $(3000, 3000)$ pertenece a la región factible, pero el beneficio en ese punto es significativamente menor (420 €). Por lo tanto, la inversión óptima sigue siendo 9000 € en acciones de tipo A y 6000 € en acciones de tipo B para maximizar el beneficio.

4o

Representa la región factible



Aquí tienes la representación gráfica de la región factible para el problema. La región sombreada en gris es donde se cumplen todas las restricciones, y los puntos rojos representan los vértices de la región factible:

- $(9000, 6000)$
- $(7500, 7500)$
- $(9000, 3000)$
- $(3000, 3000)$

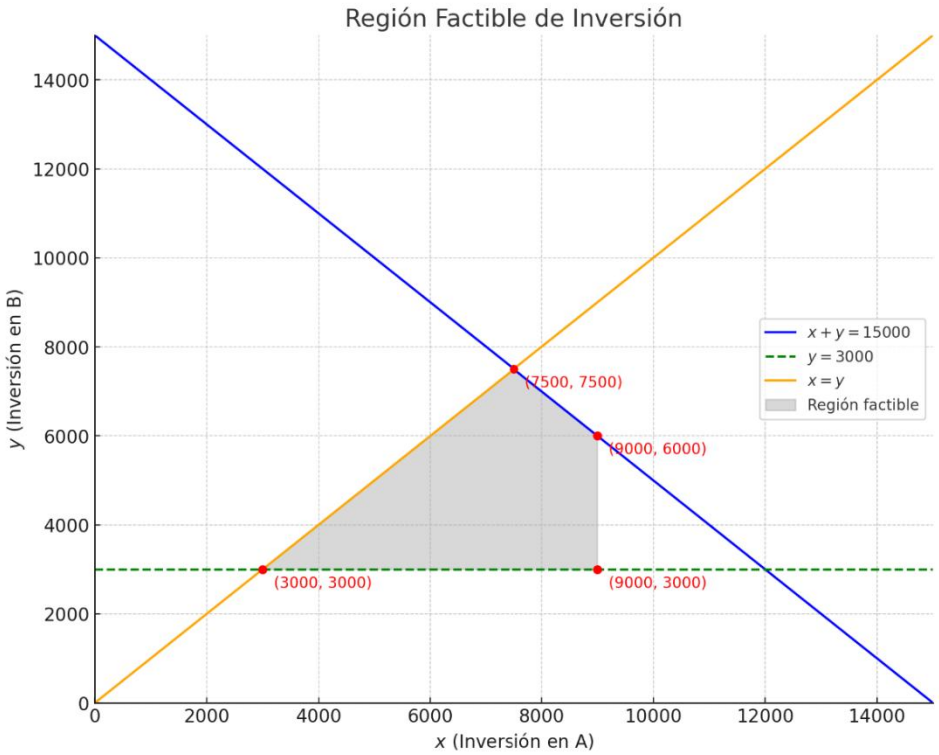
El vértice óptimo que maximiza el beneficio es $(9000, 6000)$, que corresponde a un beneficio máximo de 1110 €.

La región sombreada no está delimitada por los vértices de la región factible

Vamos a corregir la representación de la región factible asegurándonos de que la zona sombreada esté delimitada correctamente por los vértices de la región factible. La región factible debe ser la intersección de todas las restricciones y debe estar delimitada por los puntos:

1. $(9000, 6000)$
2. $(7500, 7500)$
3. $(9000, 3000)$
4. $(3000, 3000)$

Voy a generar nuevamente la gráfica con la región correcta.



Aquí tienes la representación corregida de la región factible. La región sombreada en gris está correctamente delimitada por los vértices de la región factible:

- $(9000, 6000)$
- $(7500, 7500)$
- $(9000, 3000)$
- $(3000, 3000)$

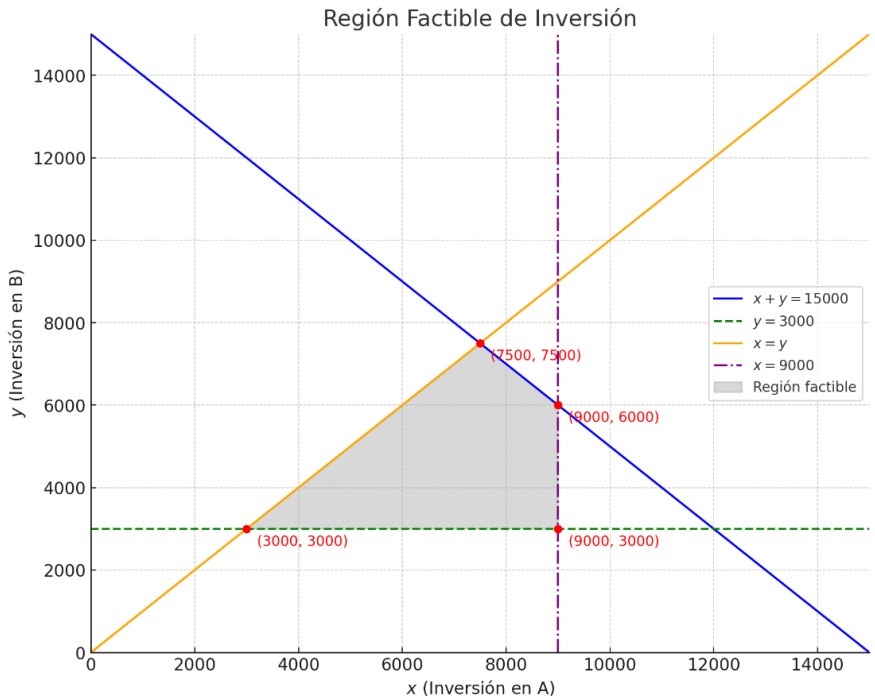
Esta es la región donde se cumplen todas las restricciones del problema. El punto óptimo que maximiza el beneficio es $(9000, 6000)$, que corresponde a un beneficio máximo de 1110 €.

4o

En la representación de la región factible no aparece marcada la recta vertical x=9000

Vamos a corregir la representación gráfica para incluir todas las restricciones, específicamente la recta vertical $x = 9000$, que indica el límite máximo de inversión en el tipo A.

Voy a generar la gráfica nuevamente, asegurándome de incluir todas las rectas que forman la región factible, incluyendo la recta $x = 9000$.



Aquí tienes la representación correcta de la región factible, que incluye la restricción $x = 9000$ (representada por la línea púrpura vertical). La región sombreada en gris muestra todas las combinaciones de x e y que cumplen con todas las restricciones del problema.

Los vértices de esta región son:

- $(9000, 6000)$
- $(7500, 7500)$
- $(9000, 3000)$
- $(3000, 3000)$

El punto que maximiza el beneficio es $(9000, 6000)$, proporcionando un beneficio anual máximo de 1110 €.

Nota. Captura de pantalla de una conversación con ChatGPT (versión GPT-4o), producida por OpenAI, 21 de agosto de 2024 (OpenAI, 2024).

Figura 188

Problema de PL resuelto en la página web Calculo.cc

Ejercicios 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15

11) Una persona tiene 15000 € para invertir en dos tipos de acciones, A y B. El tipo A tiene un interés anual del 9% y el tipo B, del 5%. Decide invertir, como máximo, 9000 € en A, y como mínimo, 3000 € en B. Además, quiere invertir en A tanto o más que en B.
a) Dibuja la región factible
b) ¿Cómo debe invertir los 15000 € para que el beneficio sea máximo?
c) ¿Cuál es ese beneficio anual máximo?

a)

Empezamos por traducir al lenguaje de la programación lineal el enunciado del problema.

- Llamamos **x** al dinero invertido en acciones de **tipo A.**
- Llamamos **y** al dinero invertido en acciones de **tipo B.**

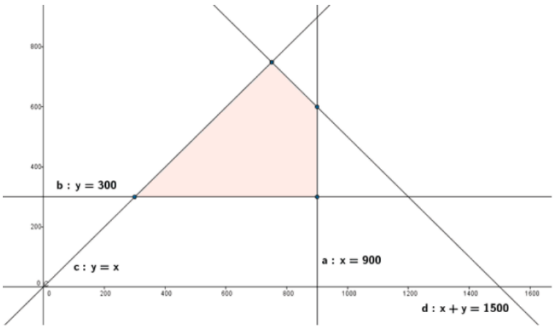
Las restricciones del problema son:

$$\begin{cases} \underbrace{x \le 9000}_{\text{9000 € como máximo tipo A}} \\ \underbrace{3000 \le y}_{\text{3000 € como mínimo tipo B}} \\ \underbrace{y \le x}_{\text{Inversión en A tanto o más que en B}} \\ \underbrace{\underbrace{x}_{\text{Tipo A}} + \underbrace{y}_{\text{Tipo B}} \le 15000}_{} \\ \underbrace{x \ge 0,\ y \ge 0}_{\text{No se pueden hacer inversiones negativas}} \end{cases}$$

Resumiendo:

$$\begin{cases} x \le 9000 \\ 3000 \le y \\ y \le x \\ x + y \le 1500 \\ x \ge 0,\ y \ge 0 \end{cases}$$

La región factible con estas restricciones sería la siguiente:

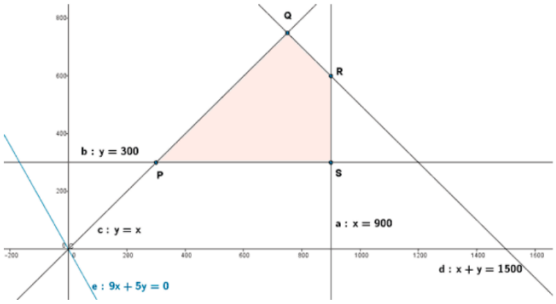


b)

Nos piden maximizar el beneficio en la inversión. Para ello debemos maximizar la función que nos permite obtener el beneficio que es:
F(x,y) = 0,09x + 0,05y

Vamos a resolver el problema empleando el método analítico:

1. Se representa gráficamente la región factible



2. Se calculan los vértices de la región factible. Dichos vértices serán las intersecciones de las rectas frontera de cada restricción que además verifiquen todas las restricciones.

$$\left.\begin{matrix} y = 3000 \\ y = x \end{matrix}\right\} \Rightarrow P = (3000\ ,\ 3000) \qquad \left.\begin{matrix} x + y = 15000 \\ y = x \end{matrix}\right\} \Rightarrow Q = (7500{,}7500)$$

$$\left.\begin{matrix} x + y = 15000 \\ x = 9000 \end{matrix}\right\} \Rightarrow R = (9000{,}6000) \qquad \left.\begin{matrix} x = 9000 \\ y = 3000 \end{matrix}\right\} \Rightarrow S = (9000\ ,\ 3000)$$

3. Como el máximo se alcanza en uno de estos puntos, se evalúa la función objetivo en cada uno de ellos, para ver en cuál de ellos se obtiene dicho máximo

$F(P) = F(3000\ ,\ 3000) = 420$

$F(Q) = F(7500\ ,\ 7500) = 1050$

$F(R) = F(9000{,}6000) = 1110$ Máximo

$F(S) = F(9000{,}3000) = 960$

4. El vértice que maximiza la función es el vértice R. Hay que invertir **9000 euros** en acciones del **tipo A** y **6000 euros** en acciones del **tipo B**.

c)

Los **beneficios** que se obtendrán de dicha inversión ascenderán a **1110 euros**.

Nota. Problema n.º 11 de programación lineal. Captura de pantalla de Problemas resueltos de programación lineal en Calculo.cc, 2012 (https://calculo.cc/temas/temas_algebra/prog-lineal/problemas/p-proglineal.html)

Anexo H. Registro de actividad en Moodle

Actividad del curso

Filtro

Calculado a partir de los registros desde sábado, 6 de agosto de 2022, 07:18.

Actividad	Vistas	Entradas de blog relacionadas	Último acceso
Recordatorios	1 por 1 usuarios	-	viernes, 21 de octubre de 2022, 19:24 (2 años 193 días)
Página web de Matemáticas	1 por 1 usuarios	-	viernes, 21 de octubre de 2022, 19:23 (2 años 193 días)
VITUTOR	3 por 2 usuarios	-	viernes, 13 de enero de 2023, 21:31 (2 años 109 días)
2023PRESENTACIÓN EBAU BCI	2 por 2 usuarios	-	martes, 2 de mayo de 2023, 15:23 (2 años)
EBAU MADRID	1 por 1 usuarios	-	martes, 17 de enero de 2023, 19:26 (2 años 105 días)
EBAU VALENCIA	3 por 2 usuarios	-	martes, 17 de enero de 2023, 19:29 (2 años 105 días)
EBAU CASTILLA Y LEÓN	6 por 2 usuarios	-	lunes, 28 de agosto de 2023, 16:34 (1 año 247 días)
EBAU CASTILLA LA MANCHA	1 por 1 usuarios	-	martes, 17 de enero de 2023, 21:39 (2 años 105 días)
Trabajo	2 por 1 usuarios	-	miércoles, 22 de marzo de 2023, 10:00 (2 años 42 días)
INTEGRALES	3 por 1 usuarios	-	martes, 22 de noviembre de 2022, 13:45 (2 años 161 días)
Integrales	7 por 1 usuarios	-	martes, 22 de noviembre de 2022, 13:44 (2 años 161 días)
prueba	-	-	
TEORIA Y EJERCICIOS MATEMÁTICAS II	6 por 4 usuarios	-	martes, 30 de mayo de 2023, 11:42 (1 año 338 días)
ENLACES	3 por 2 usuarios	-	lunes, 15 de mayo de 2023, 23:45 (1 año 352 días)

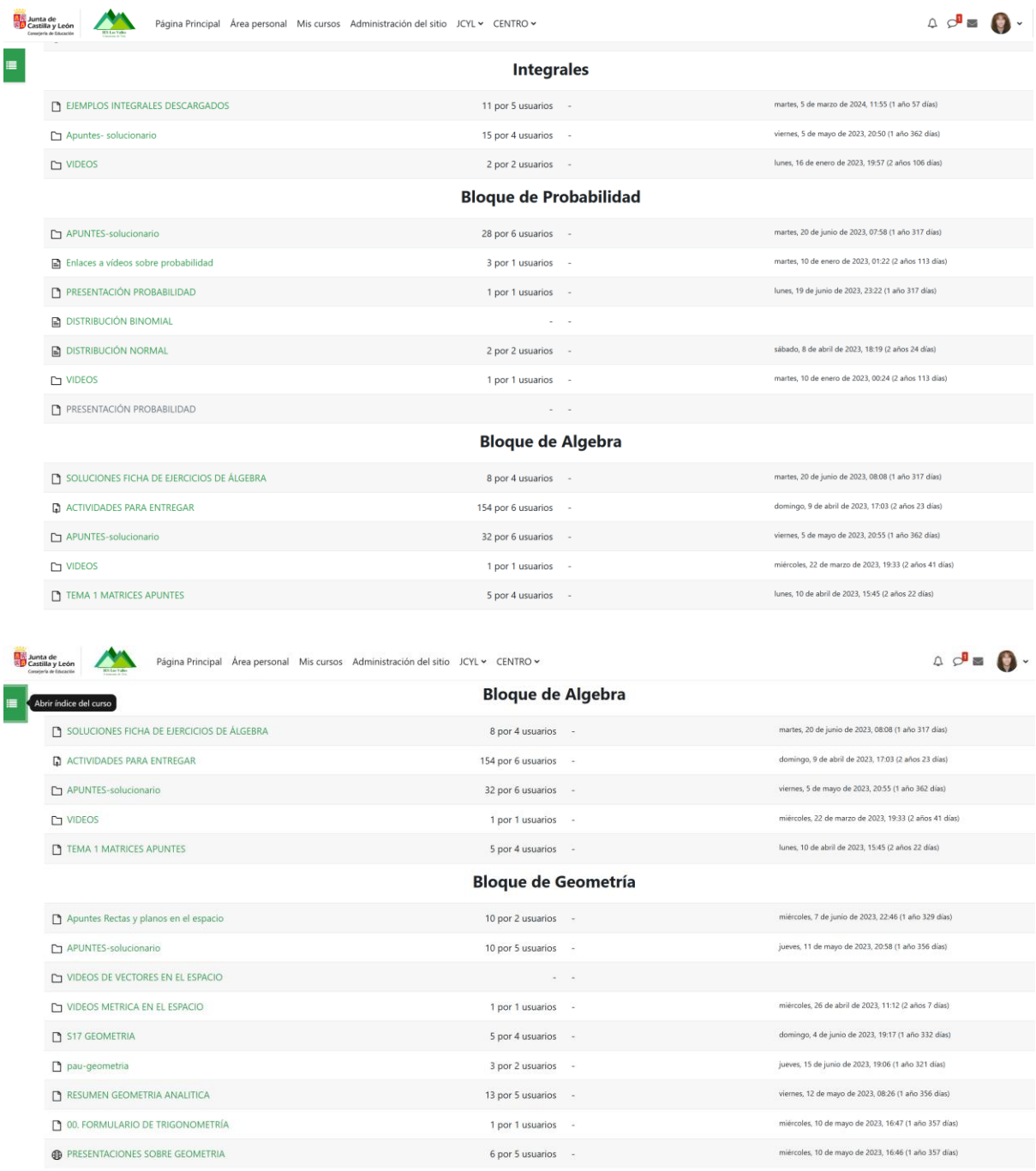
Página Principal Área personal Mis cursos Administración del sitio JCYL CENTRO

Límites y continuidad

VÍDEOS LÍMITES DE UNA FUNCIÓN EN UN PUNTO	3 por 1 usuarios	-	viernes, 13 de enero de 2023, 21:34 (2 años 109 días)
VÍDEOS LÍMITES EN EL INFINITO	-	-	
VÍDEOS CONTINUIDAD DE UNA FUNCIÓN	2 por 2 usuarios	-	martes, 10 de enero de 2023, 18:47 (2 años 112 días)
Apuntes- solucionario	15 por 5 usuarios	-	martes, 30 de mayo de 2023, 11:41 (1 año 338 días)

Derivadas

Apuntes- solucionario	16 por 4 usuarios	-	miércoles, 7 de junio de 2023, 22:56 (1 año 329 días)
VÍDEOS DEFINICIÓN DE DERIVADAS	2 por 2 usuarios	-	viernes, 5 de mayo de 2023, 20:49 (1 año 362 días)
VÍDEOS DERIVABILIDAD Y CONTINUIDAD	1 por 1 usuarios	-	viernes, 5 de mayo de 2023, 20:49 (1 año 362 días)
VÍDEOS DERIVACIÓN LOGARÍTMICA E IMPLÍCITA	1 por 1 usuarios	-	viernes, 5 de mayo de 2023, 20:49 (1 año 362 días)
VÍDEOS DERIVADAS DE FUNCIONES TRIGONOMÉTRICAS	1 por 1 usuarios	-	viernes, 5 de mayo de 2023, 20:49 (1 año 362 días)
VÍDEOS DERIVACIÓN IMPLÍCITA	1 por 1 usuarios	-	viernes, 5 de mayo de 2023, 20:49 (1 año 362 días)
Vídeo 1 con preguntas. L'Hopital	-	-	
Vídeo 2 con preguntas. L'Hopital	-	-	
Actividades resueltas	3 por 1 usuarios	-	sábado, 19 de noviembre de 2022, 18:12 (2 años 164 días)
Teoremas. Ecuación con única solución real	19 por 3 usuarios	-	martes, 30 de mayo de 2023, 12:44 (1 año 337 días)
VÍDEO ACTIVIDAD RESUELTA 1 POR MONOTONÍA	11 por 4 usuarios	-	viernes, 5 de mayo de 2023, 20:49 (1 año 362 días)
VIDEO ACTIVIDAD RESUELTA 2 POR REDUCCIÓN ABSURDO	5 por 4 usuarios	-	viernes, 5 de mayo de 2023, 20:49 (1 año 362 días)
VÍDEO TEOREMA DE BOLZANO	4 por 4 usuarios	-	viernes, 5 de mayo de 2023, 20:49 (1 año 362 días)


Página Principal
Área personal
Mis cursos
Administración del sitio
JCYL
CENTRO
Integrales
EJEMPLOS INTEGRALES DESCARGADOS 11 por 5 usuarios - martes, 5 de marzo de 2024, 11:55 (1 año 57 días)
Apuntes- solucionario 15 por 4 usuarios - viernes, 5 de mayo de 2023, 20:50 (1 año 362 días)
VIDEOS 2 por 2 usuarios - lunes, 16 de enero de 2023, 19:57 (2 años 106 días)
Bloque de Probabilidad
APUNTES-solucionario 28 por 6 usuarios - martes, 20 de junio de 2023, 07:58 (1 año 317 días)
Enlaces a vídeos sobre probabilidad 3 por 1 usuarios - martes, 10 de enero de 2023, 01:22 (2 años 113 días)
PRESENTACIÓN PROBABILIDAD 1 por 1 usuarios - lunes, 19 de junio de 2023, 23:22 (1 año 317 días)
DISTRIBUCIÓN BINOMIAL - -
DISTRIBUCIÓN NORMAL 2 por 2 usuarios - sábado, 8 de abril de 2023, 18:19 (2 años 24 días)
VIDEOS 1 por 1 usuarios - martes, 10 de enero de 2023, 00:24 (2 años 113 días)
PRESENTACIÓN PROBABILIDAD - -
Bloque de Algebra
SOLUCIONES FICHA DE EJERCICIOS DE ÁLGEBRA 8 por 4 usuarios - martes, 20 de junio de 2023, 08:08 (1 año 317 días)
ACTIVIDADES PARA ENTREGAR 154 por 6 usuarios - domingo, 9 de abril de 2023, 17:03 (2 años 23 días)
APUNTES-solucionario 32 por 6 usuarios - viernes, 5 de mayo de 2023, 20:55 (1 año 362 días)
VIDEOS 1 por 1 usuarios - miércoles, 22 de marzo de 2023, 19:33 (2 años 41 días)
TEMA 1 MATRICES APUNTES 5 por 4 usuarios - lunes, 10 de abril de 2023, 15:45 (2 años 22 días)

Página Principal
Área personal
Mis cursos
Administración del sitio
JCYL
CENTRO
Abrir índice del curso
Bloque de Algebra
SOLUCIONES FICHA DE EJERCICIOS DE ÁLGEBRA 8 por 4 usuarios - martes, 20 de junio de 2023, 08:08 (1 año 317 días)
ACTIVIDADES PARA ENTREGAR 154 por 6 usuarios - domingo, 9 de abril de 2023, 17:03 (2 años 23 días)
APUNTES-solucionario 32 por 6 usuarios - viernes, 5 de mayo de 2023, 20:55 (1 año 362 días)
VIDEOS 1 por 1 usuarios - miércoles, 22 de marzo de 2023, 19:33 (2 años 41 días)
TEMA 1 MATRICES APUNTES 5 por 4 usuarios - lunes, 10 de abril de 2023, 15:45 (2 años 22 días)
Bloque de Geometría
Apuntes Rectas y planos en el espacio 10 por 2 usuarios - miércoles, 7 de junio de 2023, 22:46 (1 año 329 días)
APUNTES-solucionario 10 por 5 usuarios - jueves, 11 de mayo de 2023, 20:58 (1 año 356 días)
VIDEOS DE VECTORES EN EL ESPACIO - -
VIDEOS METRICA EN EL ESPACIO 1 por 1 usuarios - miércoles, 26 de abril de 2023, 11:12 (2 años 7 días)
S17 GEOMETRIA 5 por 4 usuarios - domingo, 4 de junio de 2023, 19:17 (1 año 332 días)
pau-geometria 3 por 2 usuarios - jueves, 15 de junio de 2023, 19:06 (1 año 321 días)
RESUMEN GEOMETRIA ANALITICA 13 por 5 usuarios - viernes, 12 de mayo de 2023, 08:26 (1 año 356 días)
00. FORMULARIO DE TRIGONOMETRÍA 1 por 1 usuarios - miércoles, 10 de mayo de 2023, 16:47 (1 año 357 días)
PRESENTACIONES SOBRE GEOMETRIA 6 por 5 usuarios - miércoles, 10 de mayo de 2023, 16:46 (1 año 357 días)

Anexo I. Diseño de la guía de observación

Contexto

- Fecha de la observación: 4 de diciembre de 2023
- Número de estudiantes: 7
- Asignatura: Matemáticas Aplicadas a las Ciencias Sociales
- Nivel: 2º de Bachillerato
- Tema: Programación Lineal
- Espacios: Aula presencial del grupo de 2º Bachillerato de la modalidad de Humanidades y Ciencias Sociales
- Herramientas educativas: dispositivos móviles y chatbot integrado en el aula virtual de la plataforma Moodle del centro educativo.

Objetivo de la sesión

Evaluar el uso de un chatbot como herramienta de repaso en la preparación para una prueba escrita.

Anotaciones sobre aspectos a observar

1. Satisfacción con el Chatbot	
Experiencia general	
Expectativas	
Recomendación	
Utilidad para el aprendizaje	

2. Usabilidad del Chatbot	
Facilidad de Uso	
Frecuencia de interacción	
Rapidez de Respuesta	
Problemas Técnicos	
3. Impacto educativo del Chatbot	
Comprensión de Conceptos	
Sistematización de procedimientos	
Revisión de Temas	
Motivación para Estudiar	
Transferencia	
4. Observaciones adicionales	