



# UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

**Departamento de Física Aplicada**

**Departamento de Matemática Aplicada**

## **Propuesta de innovación educativa interdisciplinar para Matemáticas en 1º de la ESO**

**Trabajo Fin de Máster Universitario de Profesor en Educación Secundaria  
Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas.  
Especialidad de Matemáticas.**

Valladolid, julio de 2021

---

**Alumna:** María del Mar Arranz Martín

**Tutores:** Dr. Manuel Ángel González Delgado

Dr. Cesáreo Jesús González Fernández

---

## Índice

<b>Agradecimientos .....</b>	<b>5</b>
<b>Resumen .....</b>	<b>6</b>
<b>Motivación y objetivo.....</b>	<b>7</b>
<b>Marco teórico.....</b>	<b>11</b>
<b>La propuesta en pocas palabras.....</b>	<b>16</b>
<b>Justificación.....</b>	<b>17</b>
Resultados PISA .....	17
La nueva ley educativa y el desarrollo de competencias .....	18
Valor del aprendizaje de las matemáticas en la educación obligatoria .....	20
Creencias acerca de las matemáticas y el aprendizaje significativo.....	22
Falta de contextualización, interdisciplinaridad y aplicación práctica .....	23
Obsolescencia de la práctica docente matemática tradicional.....	24
¿Por qué Aprendizaje Basado en Proyectos? .....	26
Adecuar la evaluación .....	31
Mejorar la inclusión.....	32
<b>Propuesta para enseñar Matemáticas en 1º de la ESO .....</b>	<b>34</b>
El origen de la propuesta .....	34
Contexto de implementación de la propuesta.....	37
Contribución de este TFM a la iniciativa interdisciplinar .....	38
<b>Diseño de un ABP piloto para impulsar el cambio.....</b>	<b>40</b>
Supuestos de desarrollo del ABP.....	41
Tema principal del ABP .....	43
Contribución al desarrollo de competencias clave .....	44
Elementos curriculares .....	47
Calendario del ABP .....	50
Formación de equipos.....	51

Asignación de roles .....	57
<b>Tareas del ABP piloto .....</b>	<b>59</b>
TAREA 1: Identificar los recursos hídricos disponibles .....	59
TAREA 2: Investigar cómo determinar cantidades de lluvia y de riego .....	61
TAREA 3: Recogida y representación de datos .....	62
TAREA 4: Usar y explicar climogramas .....	65
TAREA 5: Cálculo de volúmenes de agua .....	67
<b>Desarrollo del ABP piloto .....</b>	<b>70</b>
Fase 1 del ABP – Iniciación .....	71
Fase 2 del ABP – Realización .....	73
Fase 3 del ABP – Cierre .....	75
<b>Retos .....</b>	<b>78</b>
<b>Relación con lo aprendido en el Máster .....</b>	<b>81</b>
<b>Líneas futuras .....</b>	<b>85</b>
<b>Reflexiones finales .....</b>	<b>87</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>88</b>
<b>Anexo 1: Cuestionario antes de comenzar el proyecto .....</b>	<b>93</b>
<b>Anexo 2: Cuestionario tras finalizar el proyecto .....</b>	<b>96</b>
<b>Anexo 3: Rúbrica de evaluación .....</b>	<b>100</b>

*A Alberto, por tu apoyo.*

*Te tengo 'engañáico'.*

## Agradecimientos

Sin duda tengo que comenzar por agradecer a mis compañeros de proyecto Gonzalo Álvarez Bielsa, Javier Lobo Otero y Héctor Pérez Fernández, por no dudar en unirse a trabajar cooperativamente en una propuesta innovadora de educación interdisciplinar que no pertenecía al currículo del máster. Gracias por vuestro entusiasmo, por trabajar más de lo estrictamente necesario, por seguir al pie del cañón y por mantenerme enganchada al máster. Probablemente por vuestra ‘culpa’ he llegado hasta el final. Vuestros futuros alumnos tendrán una gran suerte de tenemos como profesores.

Gracias a mis tutores, Manuel Ángel González Delgado y Cesáreo Jesús González Fernández, por apoyar esta inusual iniciativa y creer en ella. Espero que sea una pequeña semillita de la que crezcan grandes cosas en los próximos cursos.

Ha sido una suerte haber encontrado a tantos expertos dispuestos a dedicar tiempo para escuchar nuestra propuesta, para contestar a nuestras dudas y para proporcionarnos retroalimentación, con la que hemos refinado y mejorado la propuesta general y, yo en particular, este TFM. La lista es larga, pues hemos dedicado mucho esfuerzo a contrastar con otros. Han sido profesores de la UVa, tanto del máster como de fuera, integrantes de Pajarillos Aprende, miembros de los equipos docentes, de jefatura y de dirección del IES Galileo, alumnos del máster de años anteriores, profesores de otros IES que han trabajado con ABP, ... Es justo que mencione al profesor Carlos Guerra de la asignatura ‘Sociedad, Familia y Educación’, pues los debates abiertos durante sus clases fueron el detonante de la propuesta innovadora de educación interdisciplinar a la que contribuye este TFM.

Enormes gracias a la tutora (Rosa) y a los alumnos del Proyecto de Autonomía 2020-2021 del IES Galileo, por enseñarme tanto y por acogerme en su aula con los brazos abiertos.

Gracias a aquellos de mi entorno, familiares, amigos y sus hijos estudiantes de secundaria, que muy pacientemente han escuchado mis ideas, me han ayudado a contrarrestar si mis propuestas tenían sentido, me han prestado libros de texto y hasta han leído pedazos de este TFM. Gracias a mis ‘sobris’, por contestar a todas mis preguntas y darme una perspectiva desde el punto de vista del alumnado.

‘Last but not least’, mil gracias a Alberto, por acompañarme con palabras de ánimo. Gracias por ‘sufrirnos’ a mi y al máster con paciencia y amor. Como dijo mi cuñado a modo de broma: «¡Gracias al Universo que he terminado!» <sonrisa y guiño>.

## Resumen

Este Trabajo Fin de Máster contribuye a un proyecto interdisciplinar y cooperativo en el que cuatro alumnos de distintas especialidades del Máster Universitario de Profesor en Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas (MUPES) hemos trabajado durante este curso académico. El proyecto más amplio se trata de una propuesta educativa innovadora, basada en la interdisciplinaridad y el aprendizaje significativo, y conducida por el uso de metodologías activas. Durante los últimos ocho meses hemos trabajado cooperativamente en diseñar el estado final de la propuesta educativa. Ahora cada uno de nosotros estamos elaborando TFM distintos que diseñan aspectos concretos de la propuesta general y que sirven para propiciar los periodos de transición y adopción hacia el estado final.

Mi TFM se enfoca en el diseño de la primera prueba de concepto que se implementaría una vez el profesorado concluya su periodo de formación. La prueba de concepto propone el uso del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) y del Aprendizaje Cooperativo para implementar un Proyecto Mínimo Viable (PMV) en 1º de la ESO. Dada mi especialidad, concretizo el PMV para la asignatura de Matemáticas, aunque haciendo referencia a las otras dos asignaturas involucradas que son Tecnología y Geografía e Historia.

Con este TFM doy respuestas a algunas de mis inquietudes acerca del estado de la enseñanza obligatoria de matemáticas en nuestro país, proponiendo un cambio hacia un nuevo estado en el que el alumno tome mayor protagonismo y una responsabilidad activa en su aprendizaje. Se trata de un cambio que permitiría educar en competencias y no sólo en contenidos; un cambio que generaría aprendizaje significativo, duradero y contextualizado en Matemáticas y otras asignaturas.

## Motivación y objetivo

El origen de este Trabajo Fin de Máster (TFM) estuvo en una serie de inquietudes, intereses y preocupaciones que tengo en relación al estado de la enseñanza de las matemáticas en España y, en general, al estado de la educación obligatoria. El punto de origen se convirtió en acción y en la formulación de este TFM porque creo firmemente en que el cambio siempre es posible, que sin cambio no hay progreso, que todos podemos ser agentes de cambio y que, como potencial futura docente en estado de formación, tengo la responsabilidad de fomentar el cambio que ayude a mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Mi experiencia laboral me ha ayudado a reconocer y valorar las habilidades que las matemáticas me han dado. A menudo, mi conocimiento de las matemáticas ha supuesto una diferencia significativa en el rumbo de mi vida diaria. **El aprendizaje de las matemáticas es una herramienta esencial** para entrenar nuestra capacidad de tomar decisiones lógicas y razonadas, de resolver mentalmente y rápidamente cuestiones que requieren conectar varias piezas de información, de argumentar a favor o en contra de un tema de discusión, de entender y discernir qué información es correcta y cuál no lo es ..., en definitiva, capacidades fundamentales para nuestro día a día. Considero que las matemáticas son fundamentales para formar ciudadanos autónomos e independientes. Pero me temo que es enormemente difícil convencer a los alumnos de secundaria acerca de todo ese valor futuro que les dará el aprendizaje de las matemáticas, cuando las matemáticas se les enseña de manera procedimental y mecánica, sin contextualizarlas y sin enlazarlas con situaciones de la vida real donde les serán de utilidad. Esta fue una de las razones que me ayudaron a decidir hacer este Máster de Profesorado por la especialidad de Matemáticas.

A pesar de ser consciente del valor de las matemáticas, a menudo he deseado que las muchas horas que pasé en clases de Matemáticas y estudiándolas hubiesen sido dedicadas al aprendizaje de matemáticas más prácticas y su relación con otras disciplinas. Me apena enormemente que los alumnos le den cada vez menos valor a saber matemáticas, que no puedan ver la relación entre lo que aprenden en Matemáticas y lo que pasa a su alrededor, ni para que les servirá en el futuro. Se está poniendo en riesgo su futuro, que en realidad es el futuro de todos nosotros. Estoy convencida de que la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas de manera interdisciplinar y en conexión con la vida cotidiana es la clave del éxito. Nada funciona de manera completamente independiente en este mundo, en ningún ámbito prevalece aquel que actúa sin considerar las interacciones con otros aspectos y con otros individuos a su alrededor. Las metodologías educativas activas, en concreto el Aprendizaje Cooperativo y el Aprendizaje Basado en Proyectos, me parecen un vehículo idóneo para favorecer entornos de aprendizaje interdisciplinares.

Me preocupa que **la profesión docente de Matemáticas en el aula se esté convirtiendo en una necesidad obsoleta**, que pueda ser fácilmente reemplazable por videos online que enseñan lo mismo, también de manera unidireccional, como en el aula, a modo de transmisión de conocimientos del comunicador al receptor. Me preocupa que algunos docentes de Matemáticas no se percaten que están favoreciendo su propio avance por el

camino hacia la obsolescencia, que no sean conscientes que en las últimas dos décadas se han producido muchísimos más cambios que en las cinco décadas anteriores. Me preocupa que los docentes de Matemáticas no consideren que es posible explotar la necesidad de aprender y usar las matemáticas por razones prácticas de la vida cotidiana. Me asusta que no hayamos aún entendido que los alumnos han cambiado, que las necesidades de aprendizaje de los alumnos han cambiado, que las interacciones entre los alumnos y de los alumnos con su entorno han cambiado, que los modelos económicos y los mercados laborales a los que se van a enfrentar nuestros alumnos han cambiado y que, por lo tanto, no nos debería sorprender que las metodologías de aprendizaje tradicionales de clase magistral, tiza, libro de texto y papel han dejado de ser las más adecuadas en esta nueva realidad. Me niego a aceptar la retórica que pone en los alumnos toda la culpa y responsabilidad de su poco aprendizaje, que tacha a los alumnos de poco trabajadores, que les acusa de falta de interés en lo “importante” y de pocas ganas de aprender. Eso no es lo que percibo en mi entorno y no es lo que vi en el Instituto de Enseñanza Secundaria (IES) en mi periodo de prácticas. Durante mis prácticas vi claramente que los adolescentes están interesados en aprender, de hecho están deseando aprender cosas nuevas, como es normal, ya que tienen una edad en la que por naturaleza los humanos somos curiosos, nos preguntamos muchísimas cosas, estamos cambiando y queremos entenderlo; en una edad en la que aún no creemos que lo sabemos todo, una edad en la que el entorno nos empuja a querer identificar lo que nos interesa, lo que se nos da bien y lo que queremos hacer con nuestras futuras vidas de adultos. Estoy convencida de que nuestros jóvenes están deseosos de aprender y de que les enseñemos, siguen creyendo firmemente que pueden aprender de otros y que pueden aprender de sus profesores, pero es posible que no les estemos enseñando de la manera más apropiada para que ellos aprendan. Me temo que demasiado a menudo seguimos enseñando como nos enseñaron a nosotros. Como defendía el recientemente fallecido Sir Ken Robinson, promotor de proyectos educativos creativos y culturales por todo el mundo, tenemos modelos educativos anacrónicos (RTVE Redes, 2011).

Escucho demasiado a menudo que los niños, adolescentes y jóvenes de hoy en día no se quieren esforzar, lo quieren todo hecho, no tienen interés en nada ... ¿Y si el problema no estuviese en los alumnos, sino en los adultos que pretendemos enseñarles con discursos y métodos que están fuera de lugar y con los que los alumnos no se sienten identificados? Nos frustramos porque los jóvenes no son como éramos nosotros. ¡Claro que no lo son! De la misma manera que el mundo que les rodea no es el mismo mundo que nos rodeaba a nosotros cuando teníamos su edad.

La escritora y divulgadora Elsa Punset comienza su intervención en el encuentro «¡Grandes Profes!» de 2015 (Punset, 2015), con una paradoja que me parece muy ilustrativa del estado de la enseñanza en nuestras aulas. Elsa sugiere que si un médico hubiese dormido durante cien años y despertase hoy en un quirófano no reconocería nada, estaría atónito. Pero si un docente hubiese dormido durante cien años y despertase hoy en un aula se sentiría como en casa, prácticamente nada habría cambiado. Cuando escuché esta comparación me hizo sonreír, pero a la vez me asustó el hecho de que hay mucha verdad detrás de ella. Definitivamente hay

algo que no estamos haciendo del todo bien, no estamos adaptando nuestros modelos educativos lo suficientemente rápido para no perder el tren del cambio vertiginoso al que se ha enfrentado y se sigue enfrentando el mundo. Los niños, adolescentes y jóvenes de hoy en día tienen acceso inmediato y fácil a una gran cantidad de información y conocimiento, sin necesidad de que un profesor les transmita esa información en un aula. El valor añadido que los alumnos pueden obtener de un aula compartida con un docente y otros compañeros es aprender a qué hacer con toda esa información, a distinguir información real de falsa, a desarrollar un pensamiento crítico para procesar la información adecuada en situaciones reales de la vida y desarrollar su creatividad. ¡Démosles ese valor añadido en nuestras aulas y en nuestras clases de Matemáticas!

**Me preocupa que el rendimiento Matemático de los alumnos de secundaria sea en general bajo**, tanto el rendimiento medido por el Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA, por sus siglas en inglés), que busca evaluar la capacidad de los estudiantes para aplicar sus conocimientos de matemáticas a resolver problemas de la vida real, como el rendimiento medido en los centros educativos a través de pruebas escritas. Me resulta inquietante que en los IES **los resultados de evaluación dependan principalmente de la capacidad de los estudiantes para resolver un examen**. Me inquieta aún más desde que durante el periodo de siete semanas de realización del Prácticum observé que los alumnos no saben cómo enfrentarse a un examen y nadie se ha parado a enseñarles cómo ser más eficientes en un examen. Si la valoración de si un alumno sabe o no suficientes matemáticas va a depender de si puede o no superar un examen, se me antoja imprescindible enseñarles a prepararse para un examen y que aprendan a emplear el tiempo del examen de la manera más productiva posible y menos disruptiva emocionalmente posible. El nivel de ansiedad y desasosiego que genera en los alumnos tener un examen y la tremenda necesidad que tienen de saber los resultados del examen, no guarda ninguna relación con si han aprendido algo nuevo, para qué les servirá lo que han aprendido y si había merecido la pena todo el tiempo empleado por los alumnos y el docente en la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas. Hay una gran desconexión entre porqué reciben una educación obligatoria en matemáticas y qué papel juegan los exámenes en valorar esa educación. Adicionalmente, durante mis prácticas observé que entre el 70% y el 80% de los alumnos suspendían las pruebas escritas de matemáticas. Parece evidente que hay algo roto en el proceso, y ese roto no tiene porqué ser necesariamente los alumnos, que lo pasan tan mal enfrentándose a un examen. Y cuando la solución a unos resultados nefastos del conjunto de la clase en un examen es hacer otro examen dos días más tarde, ya no puedo creerme de ninguna manera que estemos haciendo lo correcto para enseñar matemáticas, ni para evaluar el aprendizaje correspondiente. Como dijo Einstein, la definición de locura es hacer lo mismo de manera repetida y esperar un resultado distinto.

Me resulta inquietante cómo a lo largo del máster hemos hablado en distintas asignaturas acerca de la **necesidad imperiosa de mejorar nuestra habilidad de atender a la diversidad en las aulas** y después constatar, durante las prácticas, lo muy difícil que es atender a esa diversidad con metodologías clásicas de enseñanza y lo poco formados que están los docentes en este tema. Desafortunadamente las dos respuestas

para atender la diversidad que he visto en la práctica han sido desalentadoras por su naturaleza de distinción y segregación, con muy pocos resultados orientados a ayudar a los alumnos a aprender matemáticas. Una de esas dos respuestas es el etiquetado de “adaptados” para aquellos alumnos que tienen un nivel de rendimiento matemático más bajo. Son alumnos que trabajan con “material adaptado a su nivel”. El número de alumnos en este grupo crecía más tras cada revisión, lo cual me hace sospechar que esta estrategia de atención a la diversidad no era muy efectiva. La segunda estrategia era la de la separación en un grupo diferenciado de aquellos alumnos con perfiles más disruptivos y niveles académicos bajos. Reconozco que es un tema muy complicado, para el que hay recursos escasos y que la diversidad a la que nos enfrentemos en cada aula y cada año es distinta. Pero la respuesta no puede ser la segregación, ni el etiquetado, que además no funcionan. He de decir que, a pesar de que el tema inclusión y diversidad ha sido recurrente a lo largo del máster, no considero que hayamos realmente aprendido cómo gestionarlo, ni tengamos las herramientas necesarias. Me temo que los docentes en las aulas se enfrentan al mismo reto, el de la falta de formación y apoyo para gestionar la diversidad en el aula de manera efectiva. Por eso es importante buscar métodos alternativos que tengan mejores resultados que los actuales, desde un planteamiento distinto de la organización docente o de la planificación escolar a diferentes niveles.

Me preocupa que convertirse en profesor de Matemáticas sea para algunos una simple salida laboral, sin necesariamente una vocación asociada. Aunque en este TFM no me ocupo de esa preocupación, pienso que un cambio en cómo esos profesores ayudan a sus alumnos a aprender matemáticas podría suponer una mejora para su bienestar laboral y mental diario y para desempeñar su profesión con más felicidad. Las cifras de bajas médicas de profesores por depresión, ansiedad y otras dolencias mentales son de las más altas en España, comparadas con bajas médicas por razones similares en otras profesiones. Se han llegado a estimar como el triple que en otras profesiones, exceptuando las de policía y médico.

Por último, me preocupa, y me ocupa enormemente, generar un valor añadido y una mejora en mi entorno con aquello a lo que dedico mi tiempo. Mi **objetivo principal con este TFM** es tomar acción al respecto de mis preocupaciones, ocuparme de ellas, que no sean un mero «*me preocupo por*», sino un «*me ocupo de*». Este TFM da, en cierta medida, respuestas a mis inquietudes y a mis intereses en el área de la docencia de Matemáticas.

Cuando llevaba dos semanas en este máster decidí que el valor que sacase del máster y de mi inversión de tiempo en el máster tenía que ser algo práctico y potencialmente viable, algo que pudiese suponer una mejora, aunque sólo fuese una semillita desde la que creciesen posibilidades de cambio reales para que los alumnos españoles se enganchen a las matemáticas, les vean valor, las entiendan, las aprecien en el contexto de su vida diaria y sepan porqué merece la pena estudiarlas, independientemente de si planean seguir estudios donde se cursen Matemáticas. Nueve meses más tarde, y ya la final de este máster, aún tengo la esperanza de que mi trabajo durante este año pueda eventualmente resultar en algo fructífero y de valor en algún rincón de un centro educativo de nuestro país.

## Marco teórico

La propuesta hecha en este TFM se nutre de conceptos, metodologías y herramientas educativas que juegan un papel principal en el tipo de proceso de enseñanza-aprendizaje que me gustaría promover. Es por ello que, para afianzar los cimientos sobre los que se construye la propuesta, dedico esta sección a describir esos conceptos, metodologías y herramientas educativas.

Antes de hacer un recorrido a lo largo de conceptos teóricos relevantes me parece imprescindible contestar a una pregunta básica que, por obvia que se considere, no tiene una respuesta única, ni una respuesta fácil: «¿**Por qué hay que aprender matemáticas en educación secundaria?**» Es una pregunta que hemos discutido en algunas de las asignaturas del máster, que he consultado con otras fuentes, pero para la que nunca escuché una respuesta satisfactoria hasta que leí el libro «*Estudiar Matemáticas. El eslabón perdido entre enseñanza y aprendizaje*» (Chevallard et al., 2000), donde se dice:

*La presencia de las matemáticas en la escuela es una consecuencia de su presencia en la sociedad y, por tanto, las necesidades matemáticas que surgen en la escuela deberían ser subordinadas a las necesidades matemáticas de la vida en sociedad. Cuando [...] se invierte esta subordinación y las únicas necesidades sociales matemáticas son las que se derivan de la escuela, entonces aparece la ‘enfermedad didáctica’.*

Es decir, es a raíz de que reconocemos las matemáticas en la vida diaria en sociedad, que resulta natural aprender las matemáticas en la escuela para darles respuesta. Las matemáticas que se enseñan en la escuela pueden llevarse a diferentes niveles de complejidad y abstracción, pero sin perder nunca de vista la razón original por la que debemos aprender matemáticas en la educación obligatoria. Cuando la razón original se olvida, cuando se enseñan matemáticas sin conexión con una realidad precedente y se pretende que los alumnos puedan identificar conceptos matemáticos abstractos en su entorno, será porque el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas ha enfermado.

Si tuviese que elegir un punto de arranque para los elementos del marco teórico sería la interdisciplinaridad y el aprendizaje significativo. El resto de conceptos surgen a partir de ellos de manera natural.

De las muchas maneras posibles de definir la **interdisciplinaridad** en pedagogía me quedo con la hecha por el autor Guillermo Van der Linde que la describe como «*una estrategia que implica la interacción de varias disciplinas, entendida como el diálogo y la colaboración de éstas para lograr la meta de un nuevo conocimiento*» (Van der Linde, 2014). La interdisciplinaridad va un paso más allá de la multidisciplinaridad, ya que los individuos involucrados no sólo trabajan juntos, sino que lo hacen de manera entrelazada e interactuando, de forma que las partes tienen sentido cuando actúan de manera cohesiva y no aislada.

Una de las metodologías interdisciplinares más referenciadas en la actualidad es la **STEM** del inglés «*Science,*

*Technology, Engineering and Mathematics*», esto es, «*Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas*» en español. En STEM, el componente «*Ciencia*», incluye todo tipo de ciencias, incluidas las Humanidades. Las metodologías STEM buscan integrar múltiples disciplinas en el aprendizaje, desarrollando un abanico de habilidades de pensamiento, razonamiento, investigación y creatividad que los estudiantes podrán usar en todos los aspectos de su vida. Es una manera de incorporar distintas materias del currículo en un proceso común de enseñanza-aprendizaje (Jolly, 2014).

La enseñanza interdisciplinar con metodologías STEM fomenta el **aprendizaje significativo**, concepto originalmente propuesto por David P. Ausubel, psicólogo estadounidense influenciado por los aspectos cognitivos de la teoría de Piaget, para quien el desarrollo cognitivo era una reorganización progresiva de los procesos mentales. Esta reorganización ocurre como resultado de la maduración biológica y de la experiencia. Basado en esta visión de Piaget, Ausubel defiende que el proceso de construcción de significados es el elemento central del proceso de enseñanza-aprendizaje. El alumno aprende un contenido o concepto cuando es capaz de asignarle un significado (Romero Trenas, 2009) y combina conocimientos previamente adquiridos con los nuevos para darles un sentido o significado. El aprendizaje significativo se ve altamente desarrollado gracias al **aprendizaje contextualizado** que lo conecta con la vida cotidiana.

Ya desde la primeras reformas educativas en España se insistió en la necesidad de enseñar las matemáticas de manera que se generasen aprendizajes significativos (Chamorro, 1992). En la reforma a la que se refiere el citado libro «*El aprendizaje significativo en el área de las matemáticas*» aun no se proponía la enseñanza por competencias, las cuales son catalizadores de la creación de aprendizaje significativo. Por entonces se consideraba el aprendizaje significativo sólo dentro de los confines del currículo de Matemáticas, el cual se estructuraba en bloques de contenido de manera que el alumno pudiese ir conectando distintos conceptos matemáticos. Cuando se editó dicho libro faltaba considerar cómo la interconexión entre diferentes asignaturas podría catalizar ese aprendizaje significativo

El aprendizaje significativo busca crear aprendizajes que perduren en el tiempo, lo cual contrasta con lo que los autores del libro «*Estudiar Matemáticas. El eslabón perdido entre enseñanza y aprendizaje*» llaman «*atomización de la enseñanza*», en referencia a la «*enseñanza instantánea*» (Chevallard et al., 2000) , la cual sirve a la satisfacción del momento actual, del momento en que se trasmite a los alumnos una definición o un teorema matemático sin que se consolide, ni se entienda, sólo se memorice para aplicarlo en algún momento efímero cercano en el tiempo y luego se olvide, desapareciendo así los objetivos de aprendizaje a largo plazo.

Para alcanzar aprendizajes verdaderamente significativos es necesario desarrollar la **inteligencia lateral** y no sólo la **inteligencia lineal**. Mientras que el pensamiento lineal o lógico se caracteriza por aplicar el razonamiento, el análisis y un procedimiento bien definido, el pensamiento lateral o creativo es más libre, es asociativo y permite llegar a una solución desde un ángulo no predeterminado, considerando caminos alternativos. El aprendizaje de las matemáticas se asocia al pensamiento lógico, cuando en realidad las

matemáticas también propician la adquisición de habilidades para desarrollar el pensamiento lateral porque los procesos matemáticos son creativos. Los autores Chevallard, Y., Bosch, M., & Gascón J. defienden que encasillar la creatividad como una actividad puntual y excepcional en el aprendizaje de las matemáticas en pro de técnicas rutinarias, dificulta el desarrollo de las matemáticas creativas en las aulas. Sin creatividad -y mucha perseverancia- probablemente las matemáticas seguirían en su infancia.

En Trujillo Sáez, F. (2012) el autor resalta lo siguiente acerca del valor de la creatividad, del pensamiento lateral, en la enseñanza:

- El aprendizaje rutinario anula la competencia creadora innata del ser humano.
- El pensamiento creativo abre caminos nuevos donde el lineal encuentra puertas cerradas.
- En el proceso de resolver un problema se requiere tomar decisiones, valorar distintas opciones y asumir el riesgo al fracaso, pero las posibilidades de éxito aumentan si el pensamiento lógico se combina con el pensamiento lateral.
- La creatividad requiere de integrar distintas áreas del currículo.
- La creatividad aumenta cuando se trabaja de manera cooperativa.

El pensamiento matemático no está reñido con el pensamiento creativo. El «*Libro Blanco de las Matemáticas*» (Martín et al., 2020) alude a (Schoenfeld, 1992) asegurando que «*al promover el razonamiento en la resolución de tareas no rutinarias, se puede conseguir que estudiantado dé sentido a los contenidos matemáticos que adquiere desarrollando el pensamiento matemático*». En este mismo libro se afirma que la integración de conceptos a través de métodos como STEM pone el foco en el aprendizaje comprensivo y aplicado de las matemáticas, despertando la curiosidad y el pensamiento independiente y creativo (Martín et al., 2020).

La **Educación Matemática Realista** (EMR) favorece el aprendizaje significativo y contextualizado a la vez que se puede beneficiar del aprendizaje interdisciplinar. El término «*Educación Matemática Realista*» fue originalmente acuñado por el Dr. Hans Freudenthal, matemático y educador alemán, a mediados del siglo XX. Los principios fundamentales de la EMR se pueden resumir así (Alsina, 2009):

- las matemáticas son una actividad humana, cuya finalidad es organizar matemáticamente el mundo;
- las matemáticas se aprenden haciéndolas en contexto reales, que resuenen en la mente de los alumnos;
- la enseñanza de las matemáticas es una actividad social de interacción entre estudiantes y entre estudiantes y docente;
- los bloques de contenido matemático no pueden enseñarse como entidades independientes.

El aprendizaje significativo, el desarrollo de la inteligencia lateral, las matemáticas realistas afianzan sus bases en el **constructivismo**. Los autores del libro «*Aprendizaje y enseñanza de las matemáticas*» (Arce Sánchez et al., 2019) describen las dos grandes corrientes generales de aprendizaje -la corriente empirista o transmisiva-

en contraposición con la corriente constructivista, siendo esta última la más dominante en el siglo XXI. En la corriente transmisiva el conocimiento se trasvasa del docente a los alumnos, poniendo al docente y a la enseñanza en el centro y en el que el alumno juega un rol pasivo de receptor. Mientras que en la corriente constructivista el alumno y su aprendizaje toman el protagonismo, el conocimiento no se organiza de manera lineal, sino que en torno a situaciones planteadas por el docente pero dirigidas por el alumno y se da gran importancia a la interacciones entre profesor y alumnos, y entre alumnos. En el constructivismo el error es un precursor del aprendizaje y no un fracaso a evitar, como lo es en las corrientes empiristas.

La teoría constructivista de Lev Vygotsky defiende que el desarrollo cognitivo de un individuo es producto de la interacción social. La cultura del grupo social que rodea al alumno induce su transformación interna y el desarrollo de sus capacidades de pensamiento, reflexión, argumentación o abstracción y determinan la amplitud de su zona de desarrollo (Arce Sánchez et al., 2019). Vygotsky defiende que el proceso de enseñanza-aprendizaje ha de situarse dentro de lo que denomina «*zona de desarrollo próximo*», esto es, el espacio entre el nivel actual de desarrollo del alumno (lo que ya sabe) y su desarrollo potencial (lo que puede llegar a saber).

También la teoría constructivista de Jerome Bruner sustenta el aprendizaje en la actividad del alumno, a través de la cual el alumno genera aprendizaje y conocimientos por sí mismo, a través del descubrimiento y partiendo de situaciones, problemas o enigmas propuestos por el docente y que permiten al alumno adentrarse en su resolución con motivación y curiosidad (Arce Sánchez et al., 2019).

Las **metodologías activas de aprendizaje** son aquellas en las que el alumno y su aprendizaje se convierten en los protagonistas principales del proceso educativo; proceso en el que el alumno juega un papel activo y toma responsabilidad de su aprendizaje. Estas metodologías buscan trabajar a nivel competencial y cooperativo, de continuo dialogo, para que el alumno desarrolle su pensamiento crítico, su capacidad de argumentación y razonamiento, la investigación de problemas contextualizados, la búsqueda de soluciones y alternativas.

El **Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP)** es una de las metodologías activas por excelencia. El ABP arranca proponiendo a los alumnos la resolución de un reto a través de la ejecución de un proyecto, el cual habitualmente se desarrolla trabajando en equipo con otros compañeros y para el que se define un producto como objetivo final del proyecto. El docente toma un rol de guía, facilitador y moderador, permitiendo a los alumnos que aprendan haciendo, dialogando, cooperando e investigando. El reto ha de ser algo alcanzable por los alumnos y para ello el profesor tendrá en cuenta qué saben ya los alumnos y que conocimientos les faltan, lo cual también permitirá especificar los objetivos de aprendizaje del proyecto. La Consejería de Educación, Universidad, Cultura y Deportes del gobierno regional de Canarias añade lo siguiente para explicar lo que es el ABP (Consejería de Educación Gobierno de Canarias, 2017a):

*«[...] es una estrategia metodológica [...] que implementa un conjunto de tareas basadas en la resolución de preguntas o problemas (retos), mediante un proceso de investigación o creación por*

*parte del alumnado que trabaja de manera relativamente autónoma y con un alto nivel de implicación y cooperación y que culmina con un producto final presentado ante los demás (difusión). Una sociedad en continuo cambio requiere educar desde la incertidumbre a través de la experiencia y construyendo conocimientos compartidos generados desde la interacción y fomentando la autonomía. [...] El aprendizaje relevante y sostenible se desarrolla mediante el intercambio cultural con la creación compartida de la cultura en múltiples direcciones implementar una educación más activa centrada en “saber hacer”».*

El ABP es más fructuoso cuando se usa en combinación con otras metodologías, activas o pasivas, incluso las clases magistrales puntuales tienen cabida en la metodología ABP. A su vez el ABP no puede entenderse sin su componente de Aprendizaje Cooperativo.

El **Aprendizaje Cooperativo** se refiere a procedimientos de enseñanza que hacen un empleo didáctico de grupos reducidos, generalmente heterogéneos, donde los alumnos trabajan de forma coordinada entre sí para alcanzar metas comunes mediante la resolución de tareas académicas, profundizando y maximizando su propio aprendizaje (Consejería de Educación Gobierno de Canarias, 2017b). Su principal finalidad es el aprendizaje competencial a través de trabajo en común y de interacción social, con roles claramente definidos (FECOOAndalucía, 2010). El trabajo cooperativo no es lo mismo que el tradicional “trabajo en grupo”. En el Aprendizaje Cooperativo el motor del aprendizaje son las relaciones interpersonales, mientras que en el trabajo en grupo lo importante es el producto final. En el aprendizaje cooperativo los grupos se crean atendiendo a maximizar las fortalezas que cada miembro puede aportar al grupo, mientras que en el trabajo en grupo los grupos se pueden formar de manera aleatoria. Adicionalmente, según Chamarro, C. (1992) se defiende que una actitud tolerante ante el error fomenta el trabajo cooperativo en el aula, pues si equivocarse no se ve como un fracaso, ni convierte a nadie en el perdedor de una competición, los alumnos se sentirán más cómodos colaborando para aprender del error.

A menudo se recomienda que el producto del ABP ha de generar un beneficio social, en cuyo caso el **Aprendizaje por Servicios (ApS)** estaría también asociado al ABP. Se trata de aprender a la vez que se genera un servicio a la comunidad. El ApS ayuda al desarrollo de la competencia social y cívica.

La metodología activa de aprendizaje denominada «**flipped classroom**» o **clase invertida** puede ser un buen complemento y apoyo para el ABP. Utilizando la clase invertida se pueden transferir fuera del aula algunos procesos de aprendizaje más pasivos por parte del alumno, para utilizar el tiempo en clase para aprendizajes más activos y participativos por parte del alumnado. Permite combinar la instrucción directa con métodos constructivistas. El término fue acuñado por Jonathan Bergmann y Aaron Sams, profesores de química en Woodland Park High School en Colorado en los Estados Unidos quienes grababan y publicaban vídeos de su instrucción directa, para que su alumnado pudiese consumirlos desde casa y tener más tiempo de aula para atender dudas y necesidades individuales (Santiago, 2020).

## La propuesta en pocas palabras

En este TFM se desarrolla un Proyecto Mínimo Viable (PMV) para Matemáticas de 1º de la ESO. Este PMV es parte de una propuesta de intervención educativa innovadora en la que el eje conductor es la interdisciplinaridad y las metodologías activas para crear aprendizaje más significativo, duradero y contextualizado en Matemáticas y otras asignaturas. El proyecto mayor al que contribuye mi TFM se describirá más adelante en la sección ‘El origen de la propuesta’.

Se trata de proponer un cambio hacia un nuevo estado del proceso enseñanza-aprendizaje en el que el núcleo no sea sólo enseñar sino aprender, en el que los docentes guían, apoyan, acompañan y evalúan, y los alumnos toman responsabilidad para adquirir autonomía e independencia en su aprendizaje, desarrollando sus competencias mediante la resolución de problemas contextualizados en la realidad que les rodea.

En la vida real no se nos da primero un manual de cómo resolver un problema y luego la vida nos da el problema bien estructurado para resolverlo usando el manual. En la vida real nos encontramos problemas sin manual, sin teoría previa, que tenemos que resolver. En cambio, en las aulas las matemáticas, muy a menudo seguimos enseñando primero y de manera extensa la teoría, los procedimientos, los métodos, para luego pasar a resolver ejercicios y problemas ‘tipo’ aplicando esa teoría.

Es por eso que me resultan atractivas algunas de las metodologías activas de enseñanza-aprendizaje, en especial aquellas en las que se da a los alumnos el protagonismo en su aprendizaje y los profesores pasan a tomar un rol de facilitador y guía; metodologías como el Aprendizaje Basado en Proyectos y el Aprendizaje Cooperativo.

La vida real está llena de diversidad (¡afortunadamente!), somos miles de habitantes heterogéneos, de procedencias distintas, de creencias distintas, conviviendo en una misma ciudad o en un mismo barrio. La vida real es diversa, aún para aquellas comunidades que procuran confinarse entre aquellos similares a ellos. Me parece importante que las aulas sean espacios donde se replica esa heterogeneidad que hay en las calles; que las aulas sean espacios donde los alumnos aprenden en convivencia armoniosa con los que son distintos a ellos.

Si ejerciese como docente de matemáticas, me gustaría optar por crear procesos de enseñanza-aprendizaje que fomenten la implicación de los alumnos en el proceso, que fomentase la verbalización de su aprendizaje. Me gustaría crear un aprendizaje de las matemáticas contextualizado, al que los alumnos le encontrasen valor y sentido y que mantuviese a los alumnos motivados. Me gustaría ejercer una docencia que me acercase más a mis alumnos, que acercase a mis alumnos a las matemáticas con una actitud positiva y que ayudase a mis alumnos a acercarse más entre ellos, fomentando así la inclusión y la atención a la diversidad que nos rodea en el día a día.

## Justificación

En esta sección justifico lo expresado en ‘Motivación y objetivo’ con el propósito de dar una dimensión objetiva y documentada a lo que se podría pensar que son mis opiniones personales. Para ello utilizo datos, referencias bibliográficas, conocimientos adquiridos durante el máster y referencias al marco teórico,.

## Resultados PISA

Las observaciones del Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA), acerca del profesorado español de Matemáticas, no acusa los malos resultados de España en matemáticas a un insuficiente nivel de conocimientos matemáticos de los profesores, sino a los procesos de enseñanza de las matemáticas que los profesores ejercen y que no favorecen un aprendizaje contextualizado y significativo de las matemáticas que permita a los alumnos adquirir habilidades para resolver problemas de la vida real.

Por supuesto que profesores de Matemáticas más competentes en su materia podrán aportar aún más al aprendizaje matemático de los alumnos y así lo constata el Informe Español del Estudio Internacional sobre la Formación Inicial de Profesorado incluido en la bibliografía (MECD, 2013). Sin embargo, ese alto conocimiento de las matemáticas del profesor ha de generar en el alumno conocimiento matemático que pueda aplicar y al que pueda verle valor. Probablemente sea necesario virar en la dirección de la educación matemática realista para equipar a nuestros alumnos con aprendizaje matemático significativo y contextualizado, que les permita resolver con más éxito los problemas de la vida real que propone PISA y así mejorar los mediocres resultados de España en esta prueba.

PISA reta a los estudiantes con problemas de matemáticas en la vida real, porque interesa que los ciudadanos sepan matemáticas de valor para su vida cotidiana. Andreas Schleicher, matemático, investigador en el área educativa y coordinador de PISA, explica en su TED Talk «*Use data to build better schools*» (Schleicher, 2012) que no se trata de medir si los estudiantes son capaces de replicar lo que han aprendido, sino si son capaces de extrapolar sus aprendizajes para aplicarlos a problemas y situaciones nuevas para ellos. Y continúa «*Para aquellos que dicen que medir la competencia de los alumnos en PISA enfrentándoles a problemas que no se han enfrentado antes es injusto, la respuesta es que la vida es injusta, porque eso es lo que les pasará en la vida*». Es imprescindible que los jóvenes desarrollen la capacidad de ajustarse al cambio y a la impredecibilidad de la vida.

En ese mismo TED Talk de Schleicher, A (julio de 2012) el coordinador de PISA explica que en los países con mejores resultados se permite a los docentes más flexibilidad para decidir qué enseñar e invitan a los profesores a innovar no limitándoles a una cesta obligatoria de contenidos. Al contrario, hasta ahora la respuesta institucional española a los malos resultados en PISA fue, de manera equivocada, añadir contenido al currículo. Los análisis internacionales del currículo realizados por la Organización para la Cooperación y el

Desarrollo Económicos (OCDE) describen el currículo de varios países, entre ellos España, como muy extenso y muy poco profundo (OECD, 2020). En «El libro blanco de las matemáticas» se dice, muy acertadamente, que los alumnos estudian muchos contenidos, pero aprenden pocos (Martín et al., 2020). Afortunadamente la nueva Ley Orgánica de Modificación de la LOE (LOMLOE) propone tener currículos menos extensos, más abiertos. Cuando el contenido está altamente prescrito por el currículo, es muy difícil ligarlo a las competencias. Es necesario romper el carácter rígido disciplinar del currículo de secundaria. Para ello, además de los cambios curriculares, la nueva ley apuesta por metodologías que propongan tareas auténticas, el aprendizaje basado en problemas y/o proyectos o la integración curricular de las distintas disciplinas.

Las críticas de PISA al sistema educativo español se centra en su carácter procedimental, memorístico, la falta de comprensión real y la falta de adquisición de conocimientos duraderos, así como al extenso currículo sin profundidad (Zafra, 2021). Nuestro sistema es aún muy tradicional, no es un sistema del siglo XXI. Quizás por eso el gobierno ha querido limpiar esa imagen y referirse a la última reforma educativa del 2020 como «una educación para el siglo XXI» (MEFP, 2020).

## **La nueva ley educativa y el desarrollo de competencias**

El coordinador del informe PISA, Andreas Schleicher, ha hecho afirmaciones acerca del sistema educativo español como «*La educación en España prepara a los alumnos para un mundo que ya no existe*» (Zafra, 2021), y reconoce que la última reforma educativa LOMLOE aspira a pasar de un modelo en el que el aprendizaje se define como la repetición de contenidos sin profundidad a un modelo en el que se aplican los conocimientos, donde se aprenden menos contenidos pero con más comprensión y profundidad. En la entrevista de Roca, E. (26 de marzo de 2021) a Schleicher este último afirma «*es bueno ver que España se mueve hacia un nuevo currículo que valora lo que el futuro demanda. En estos tiempos, no se trata tanto de enseñar a los estudiantes algo, sino de ayudarles a desarrollar una brújula fiable y las herramientas para navegar con confianza en un mundo crecientemente complejo, volátil e incierto*».

La propuesta contenida en este TFM apunta en la dirección que Schleicher reclama en sus afirmaciones. Aunque la propuesta educativa hecha en este TFM es completamente compatible con la ley de educación recientemente derogada (LOMCE), la nueva ley educativa (LOMLOE) le da aún más sentido. Hay continuas alusiones en la LOMLOE a cambios que son muy acordes a la motivación y a la propuesta de este TFM. Entre las principales novedades de la nueva ley que publica el gobierno se resaltan (MEFP, 2021a):

- El currículo debe estar dirigido al desarrollo de las competencias.
- Se promoverá la innovación educativa.
- Enseñanza personalizada centrada en el currículo competencial para lograr un aprendizaje significativo.

- Inclusión, entre las materias optativas de 1º de ESO, un proyecto interdisciplinar o de colaboración.
- Potenciar el aprendizaje significativo y competencial.
- Las materias se pueden agrupar en ámbitos para mejorar el aprendizaje del alumno.

También las siguientes adiciones de la LOMLOE extraídas del texto completo (MEFP, 2021b) apoyan la motivación y la propuesta en este TFM:

*«Es preciso adecuar [...] las metodologías, proponiendo actividades motivadoras y trabajo en equipo en torno a proyectos vinculados a su vida [...]; es importante también proporcionar situaciones reales y satisfactorias de aprendizaje, [...]»*

*«Artículo 19. Principios pedagógicos. [...] garantizar la inclusión educativa con flexibilización, alternativas metodológicas u otras medidas adecuadas [...]»*

*«Proyecto educativo de centro [...] impulsará y desarrollará los principios, objetivos y metodología propios de un aprendizaje competencial orientado al ejercicio de una ciudadanía activa»*

*«Se ofrece también una nueva redacción de los artículos dedicados a educación secundaria obligatoria. En esta etapa se debe propiciar el aprendizaje competencial, autónomo, significativo y reflexivo en todas las materias [...] y que podrán integrarse en ámbitos. [...] Las competencias básicas se trabajarán en todas las materias»*

*«La enseñanza básica [...] debe procurar al alumnado los conocimientos y competencias indispensables para su desarrollo personal, para resolver situaciones y problemas de los distintos ámbitos de la vida, crear nuevas oportunidades de mejora, así como para desarrollar su socialización [...]»*

Como se puede observar la nueva ley hace un gran hincapié en el modelo de enseñanza-aprendizaje basado en **competencias**. Las competencias son un ‘saber hacer’, son conocimientos en la práctica y adquiridos con una participación activa en su aprendizaje. La OCDE las define como *«la capacidad de responder a demandas complejas y llevar a cabo tareas diversas de forma adecuada. [...] supone una combinación de habilidades prácticas, conocimientos, motivación, valores éticos, actitudes, emociones, y otros componentes sociales y de comportamiento que se movilizan conjuntamente para lograr una acción eficaz»*. El aprendizaje por competencias resulta en una formación integral y la capacidad de transferir lo aprendido a situaciones de la vida fuera del área puramente académica (MEFP, 2015).

La primera incorporación explícita de las Competencias Clave propuestas por la Unión Europea a la educación obligatoria en España se hace en 2006 con la Ley Orgánica de Educación (LOE), se ratifica con la aprobación en 2013 en la Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE) con la introducción de las competencias clave y se continúa insistiendo en la prioridad de enseñar en competencias en la recientemente

aprobada Ley Orgánica de Modificación de la LOE (LOMLOE) de 2020. Con quince años de historia deberíamos haber adoptado ya las competencias como enfoque principal de la enseñanza, dejando el solo protagonismo de los contenidos a un lado. Para ello hay que evolucionar en la manera que enseñamos y adoptar metodologías que hagan más fácil el desarrollo de las competencias a la vez que del contenido. Las metodologías donde el alumno toman un rol más activo propician el aprendizaje por competencias.

Pienso que queda muy bien explicado por el profesor de Matemáticas Francisco Benjumbeda en su portal (Benjumbeda Muñoz, 2021): «*el aprendizaje basado en competencias fomenta la motivación, genera aprendizajes significativos, transferibles, funcionales y duraderos*». Educar en competencias requiere del uso de metodologías contextualizadas que involucren al alumnado activamente, como por ejemplo el aprendizaje basado en proyectos y los ambientes de trabajo colaborativo.

Para poder educar en competencias también es necesario dar un papel más protagonista a la capacidades pedagógicas del profesorado. Cómo se dice en la página 137 del «*Informe Español, Estudio Internacional sobre la formación inicial en matemáticas de los maestros, Volumen II*» (MECD, 2013):

*En España, el tema es importante, no solo por los mediocres resultados que tenemos en este dominio en las pruebas internacionales, sino porque la enseñanza de las matemáticas ha centrado las críticas contra la “dictadura de los pedagogos” que aparecen cíclicamente en España.*

## Valor del aprendizaje de las matemáticas en la educación obligatoria

Durante la educación obligatoria las matemáticas sirven para crear personas y no son un proceso para crear profesionales especializados (Sáenz de Cabezón, 2018). De todas formas, la especialización laboral de por vida es una cosa del pasado; la mayoría de los ciudadanos pasan por distintas áreas de trabajo en su vida, han de cambiar, reaprender y adaptarse en múltiples ocasiones a lo largo de su vida. En la educación obligatoria deberíamos moldear personas capaces de entender el mundo que le rodea, capaces de tomar decisiones, capaces de cuestionar, capaces de averiguar. Todas ellas son capacidades que nos proporcionan las matemáticas y el pensamiento matemático que su aprendizaje genera.

Las habilidades que adquirimos con el aprendizaje de las matemáticas, como son el desarrollo del pensamiento abstracto, el análisis de problemas o la identificación de las partes de un procedimiento, nos permiten ejercer la ciudadanía de manera crítica, analizar situaciones con rigor, hablar con propiedad y exactitud, interpretar los argumentos de otros, crear nuestros propios argumentos, identificar fallos lógicos o detectar cuándo un dato numérico es incorrecto, lo cual es de gran valor ya que nuestras vidas giran en torno a docenas de datos numéricos todos los días (Sáenz de Cabezón, 2018).

Cuando no nos sentimos suficientemente cómodos con el uso de las matemáticas no somos tan hábiles cuestionando la autoridad, ni la veracidad de los números y cifras que se pasean en frente de nosotros a diario

(Finkel, 2015).

Muchos de esos valores numéricos que manejamos en nuestro día a día son de carácter estadístico y probabilístico, aunque contradictoriamente la estadística y probabilidad son partes del temario a las que, históricamente, no se les ha dado la suficiente prioridad. El estudio internacional sobre la formación inicial en matemáticas de los maestros (MECD, 2013) señala que una de las razones es que los docentes suelen enseñar como aprendieron ellos mismos y aquello con lo que se sienten más cómodos; por lo tanto perdura en el tiempo el hecho de no dar prioridad a los bloques de estadística y probabilidad. En ese mismo informe se argumenta que *«estos bloques son los que pueden ofrecer de las matemáticas una visión más práctica y menos formal, son más fáciles de ligar con la realidad del alumno y con su día a día, y ofrecen una practicidad de la que, en ocasiones, la propia materia carece»* (MECD, 2013).

También en «El libro blanco de las Matemáticas» se defiende que los conocimientos para la interpretación de datos estadísticos y el razonamiento probabilístico son una parte de las matemáticas que permiten tener una ciudadanía informada y crítica (Martín et al., 2020).

Otro valor imprescindible que nos da las matemáticas es el desarrollo de la creatividad. Aunque para algunos pueda resultar contra intuitivo las matemáticas son pura creatividad, pero anulamos la parte creativa de las matemáticas cuando se enseñan es basadas en sólo teoría, reglas y repetición. La memorización y repetición no deja espacio a la imaginación o a cuestionar (Finkel, 2015). Las matemáticas tienen el potencial de crear ciudadanos que enfrentan la vida con curiosidad y creatividad y no como meros seguidores pasivos de reglas.

El informe *«21 medidas para cambiar la enseñanza de las matemáticas»* (Villani & Torossian, 2018), que el matemático medalla Fields Cedric Villani proporcionó al ministerio de educación francés, hace también llamada a la necesidad de revivir el papel de la creatividad en la enseñanza de las matemáticas.

Las matemáticas es una disciplina donde se falla a menudo antes de conseguir el resultado correcto. Cuando las matemáticas se enseñan de una manera constructiva, también se aprende del error y se deja de ver como un mero fracaso. Inculcar en los alumnos la perseverancia a través de la resolución de una cuestión matemática es algo que podrán usar toda su vida. A través de las matemáticas y de los errores cometidos los alumnos aprenderán que cada vez que fallan es también un paso adelante. Las matemáticas sirven para aprender a identificar los errores y saber para que me puede servir.

En la entrevista a Schleicher (Zafra, 2021) el coordinador de los informes PISA dice que hay que *«dar a los jóvenes estrategias y actitudes para que cada día puedan aprender y puedan también desaprender y reaprender cuando el contexto cambia»*. Las matemáticas son una de las herramientas que proporcionan esas estrategias y actitudes.

Quizás, la mejor manera de resumir el valor que nos dan las matemáticas es como dice Eduardo Sáenz de

Cabezón «*Las matemáticas nos hacen más libres y menos manipulables*» (Sáenz de Cabezón, 2018).

## **Creencias acerca de las matemáticas y el aprendizaje significativo**

Desafortunadamente las matemáticas son una de las asignaturas menos populares entre el alumnado de secundaria. A menudo la creencia entre el alumnado es que las matemáticas son “de listos”, hay que valer y que no volverán a usarlas nunca.

Es aún más desafortunado que las actitudes y creencias de los propios docentes acerca de las matemáticas son la principal causa por la que el alumnado tiene una actitud negativa hacia las matemáticas. El artículo de Mensah, J. K., Okyere, M., & Kuranchie, A. (2013) explica cómo las investigaciones muestran, de manera empírica, que hay una relación significativa entre la actitud del profesor de matemáticas y la actitud de los alumnos hacia las matemáticas, con una correlación directa entre actitudes positivas del docente y mejores resultados académicos en Matemáticas de los alumnos (Mensah et al., 2013).

En el informe de MECD. (2013), mencionado anteriormente, se documentan resultados de una investigación en las que se observa una correlación positiva entre la creencia en que las matemáticas son un conjunto de reglas y procesos, cuyo aprendizaje debe ser dirigido por el profesor y que el rendimiento de los alumnos depende de su capacidad natural. Estas tres creencias acerca de las matemáticas están negativamente relacionadas con la creencia en que las matemáticas son un proceso de indagación y que en su aprendizaje debe seguirse una metodología activa. Dicha investigación concluye que los docentes cuya principal razón para enseñar matemáticas es su pasión por ellas son los que, más mayoritariamente, apuestan por metodologías activas que inviten a la indagación y por estrategias que creen aprendizaje significativo. También se concluye que *«los profesores de matemáticas que consideran que las matemáticas son un proceso creativo para resolver problemas que te encuentras en la vida real tienen mejores resultados que aquellos profesores de Matemáticas que piensan que las matemáticas son simplemente un conjunto de reglas fijas y estrictas para resolver problemas puramente matemáticos»* (Montalvo, 2014).

No defiendo que haya sólo que enseñar matemáticas realistas en secundaria, ya que reconozco que las matemáticas formales ayudan a desarrollar nuestra capacidad lógica y de abstracción, a hablar con rigor y a ser precisos. Pero sí creo que hay que dedicar más tiempo al aprendizaje de matemáticas realistas para cambiar la percepción y creencias del alumnado hacia las matemáticas. Me identifico con la concepción de las matemáticas como una construcción social y cultural, por la que *«saber matemáticas»* es *«hacer matemáticas»*, por la que las matemáticas se caracterizan por procesos creativos y en la que el aprendizaje se basa en actividades con sentido que parten de situaciones problemáticas. (Bohorquez Arenas, 2014).

La creencia de que el error es malo también aleja a los alumnos de las matemáticas. El matemático y divulgador Eduardo Sáenz de Cabezón piensa que se ha creado una *«indefensión aprendida»* con la enseñanza de las matemáticas. Esto se debe a que se nos ha expuesto tan a menudo a situaciones en las que no hemos

sido capaces de resolver las matemáticas que asumimos que no se nos dan bien las matemáticas. Como consecuencia, incluso en situaciones en las que podríamos tener respuestas correctas, no somos capaces de darlas porque no creemos en nuestra capacidad matemática y porque nos da miedo fallar de nuevo. Esto lo vi claramente en las aulas durante mis prácticas; alumnos que se quedaban bloqueados y no eran capaces de dar una respuesta -ni correcta, ni incorrecta- a una pregunta al profesor, sólo porque se sentían abrumados, intimidados y no creían en su capacidad de saber la respuesta. Vi a esos mismos alumnos dar respuestas correctas e intervenir de manera constructiva cuando se creaba un ambiente en el que podían creer en sí mismos y en su capacidad matemática. El constructivismo y metodologías activas, como el aprendizaje por proyectos y por resolución de problemas, posicionan al error como una herramienta de aprendizaje y no de fracaso.

### **Falta de contextualización, interdisciplinaridad y aplicación práctica**

*«El muro que tradicionalmente ha separado escuela y realidad, sin duda una de las constantes universales del fracaso escolar, está a punto de caer»*, dice Carlos Moral Socorro (Morales Socorro, 2011).

La encuesta de educación hecha en 2015 por Gallup para WISE (World Innovation Summit for Education) concluye que la educación está desconectada del mundo real (WISE-Gallup, 2015).

Las aplicaciones prácticas de los contenidos matemáticos no pueden plantearse sólo como resolución de ejercicios en forma de tareas para casa, aunque pueden ser útiles para afianzar conocimientos o repasar. Limitarse al aprendizaje rutinario y procedimental es insuficiente, no da buenos resultados y es poco estimulante. Es necesario introducir contextos de aprendizaje cercanos y reales, que permitan al alumnado apreciar el uso de las matemáticas en sus vidas. Tenemos que promover un aprendizaje de las matemáticas más funcional y contextualizado, como una herramienta real imprescindible para la vida. Como se indica en (Blanco 2020) las políticas educativas se han ido adaptando para favorecer una enseñanza de las matemáticas donde la resolución de problemas contextualizados tome más relevancia.

Por otra parte, el uso del libro de texto, la secuencia ordenada y desconectada de unidades didácticas, generan gran rigidez y muy poca flexibilidad, por lo que considero que los libros de texto han de dejar de ser la guía principal que orienta el proceso de enseñanza-aprendizaje y su secuenciación. Pueden ser una herramienta de referencia, pero no la única. Se ha de complementar con otros recursos didácticos.

El conocimiento nunca aparece de forma segmentada y por fascículos, sino combinando múltiples contenidos y destrezas. Es imprescindible integrar el aprendizaje a través de los bloques de contenidos de las matemáticas pero también de las matemáticas con otras disciplinas.

En las conclusiones de la encuesta de WISE se cita el aislamiento y 'secretismo en el aula' como otro de los factores contribuyentes a la falta de mejora en los sistemas educativos, pues los docentes raramente asisten a

las clases de otros compañeros para ver como dan clase o colaboran de manera regular. Los profesores se mantienen aislados en su burbuja individual (WISE-Gallup, 2015).

El libro blanco de las matemáticas (Martín et al., 2020) reclama en su primer capítulo que el contexto social actual requiere del desarrollo de las competencias STEM en las enseñanzas obligatorias y bachillerato. La educación matemática ha de apoyar un modelo de enseñanza compatible con la interdisciplinaridad, de manera que los alumnos puedan usar sus conocimientos matemáticos para dar respuesta a problemas de las ciencias, la ingeniería y la tecnología. En el mismo libro los autores lamentan que las reformas educativas hasta su publicación hayan dado a las matemáticas un carácter unidisciplinar y atómico, en lugar de fomentar el desarrollo de la competencia matemática desde enfoques en los que los contenidos matemáticos se apliquen al ámbito interdisciplinar STEM.

También Schleicher defiende en su entrevista con el periodista Roca (2021) que se favorezca la interdisciplinaridad con estructuras que animen al profesorado a cooperar, proporcionando tiempo y oportunidades para la enseñanza y el aprendizaje colectivos. Así los responsables educativos pueden incrementar el impacto positivo en el alumnado.

## **Obsolescencia de la práctica docente matemática tradicional**

En el libro de Arce Sánchez, M., Conejo Garrote, L., & Muñoz Escolano, J. M. (2019) se indica que las diversas tendencias constructivistas coinciden en que el profesor ya no es la principal, ni la única, fuente de conocimiento, lo que fue el gran pilar de la corriente de enseñanza transmisiva. Las mayores posibilidades de la actualidad para acceder a la información y al conocimiento delegan ese rol de transmisor de conocimiento del docente a un segundo plano (Arce Sánchez et al., 2019).

A lo largo de este máster he descubierto docenas de portales web y canales de YouTube españoles dedicados a enseñar matemáticas a todos los niveles de la educación obligatoria. Conocía y he sido usuaria de plataformas online de aprendizaje a niveles más altos, como Coursera. Era consciente de cómo esta nueva modalidad de transmisión del conocimiento ha revolucionado en los últimos años el acceso a niveles de educación más altos, fácilmente accesible desde el cómodo sillón de tu casa europea o desde la incómoda silla en un cibercafé en Camboya. ¿Para qué asistir en persona a una clase magistral en una Universidad cuando lo puedes hacer online? Cuando descubrí la cantidad de conocimiento matemático para secundaria disponible online me pregunté si los alumnos de secundaria se preguntaban algo parecido, ¿para qué ir a clase de Matemáticas en el IES si todo lo que recibo es una clase magistral de un docente que a lo mejor no es el que más me gusta?

Dada la gran cantidad de videos, canales divulgativos y otro material educativo en el área de matemáticas, disponibles online, al alcance de la mayoría de los alumnos españoles, el modelo de docencia en el aula de tipo clases magistrales esta destinado a convertirse en obsoleto y con él sus docentes se harán obsoletos. Es

difícil defender el valor añadido de asistir a una clase de Matemáticas presencial en un centro educativo, cuando uno mismo puede cómodamente elegir entre un amplio abanico de opciones y profesores online cuyas explicaciones y estilos quizás gusten más. Por supuesto que estar físicamente sentado entre tus compañeros de clase y con acceso directo al profesor tiene una serie de ventajas, como la interacción social, frente a estar sentado solo en frente del ordenador viendo vídeos de matemáticas. Pero, ¿cuántas más matemáticas se pueden aprender de un solo docente en un aula comparado con poder aprender matemáticas de múltiples docentes de tú preferencia?

Sería una gran pena que permitiésemos que la profesión docente presencial y en grupo se quedase obsoleta porque el material online, de consumo individual y unidireccional enseñase tantas matemáticas como las que se pudiesen aprender en el aula. No parece tener sentido que la docencia en el aula no sea de gran valor añadido frente a la posibilidad de aprender online. El aula, el espacio físico común, la interacción social y el acceso directo a un docente ofrecen muchas más posibilidades de aprendizaje y de motivación que puede ofrecer ver vídeos de matemáticas en soledad. Hay que convertir las aulas en lugares reales de aprendizaje, no sólo de enseñanza, en lugares donde merezca la pena ir a pasar seis horas del día, en lugares donde se puedan adquirir destrezas para la vida real que se no se pueden adquirir consumiendo contenido online en solitario. Si no somos capaces de proporcionar ese valor añadido, que además será el que forme ciudadanos realmente capaces, tendremos que rendirnos a los pies de canales como Derivando, donde Eduardo Sáenz de Cabezón no sólo enseña matemáticas, sino que lo hace de manera divertida. Como docentes tendríamos que aprender más de lo que oímos del alumnado y enseñarles más de lo que gritan en silencio. Estoy bastante segura de que sus gritos silenciosos no piden aprender matemáticas en el aula como lo aprendieron sus padres.

Los métodos de enseñanza tradicionales han pasado hace tiempo su fecha de caducidad, están anticuados y desconectados de la realidad actual. Y así lo defiende Sir Ken Robinson explicando que el mundo ha cambiado, los modelos productivos y económicos han cambiado, las necesidades de los ciudadanos han cambiado y, por lo tanto, la educación ha de cambiar acordeamente (RTVE Redes, 2011). En la misma línea Andreas Schleicher defiende que hay que aceptar que el mundo de nuestros alumnos es distinto al que nos vio crecer a nosotros y que hemos de usar la educación para preparar a los alumnos para su futuro y no para nuestro pasado (Zafra, 2021) y explica:

*Vivimos en un mundo en el que el tipo de cosas que son fáciles de enseñar y evaluar se han convertido también en fáciles de digitalizar y automatizar. Sabemos como educar robots que repiten [...] necesitamos pensar seriamente en educar auténticas personas.* (Roca, 2021)

Y continua reflexionando acerca del muy lento ritmo de cambio y adaptación de los profesores, en contraposición con lo rápido que cambia el cómo y el qué necesitan aprender los alumnos, creando cada vez una mayor brecha entre lo que los alumnos necesitan aprender y lo que los profesores pueden enseñar.

## ¿Por qué Aprendizaje Basado en Proyectos?

El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) es la metodología que forma el eje conductor de la propuesta educativa hecha en este TFM y, por lo tanto, esta sección de justificación es bastante más extensa que las anteriores.

El ABP no es una innovación reciente, sino que tiene más de un siglo de historia, como explica en su blog el especialista en innovación educativa Fernando Trujillo (Trujillo Sáez, 2015). Hay por lo tanto una extensa bibliografía al respecto, la cual ha proliferado en los últimos años dado al aumento de la popularidad del ABP como estrategia metodológica abierta que permite su aplicación en una amplia variedad de situaciones y en conjunto con otras metodologías. A pesar de su creciente popularidad, el ABP se ha aplicado sobre todo en educación Primaria y, aunque en menos medida, en educación Universitaria. Su uso no es aún extenso en secundaria y por lo tanto la literatura disponible no es tan amplia. A pesar de ello he encontrado varios casos de éxito de su aplicación en IES de España, cuyos resultados cubriré más adelante.

En términos de investigaciones en el área de la didáctica en torno al ABP me gustaría resaltar los siguientes.

En la investigación de Pierce, L. L. (2009) las conclusiones acerca del uso de ABP en conjunto con aprendizaje cooperativo para las matemáticas indican que el uso de proyectos ayudó a los alumnos a ver la relación entre las matemáticas y el mundo real. La mayoría de los alumnos preferían esta metodología a la tradicional y los alumnos se sentían más cómodos discutiendo sus dudas y propuestas con su equipo que con toda la clase. La involucración de los estudiantes aumentó y también lo hizo su autoestima.

La investigación Intykbekov, A. (2017) en cuanto a las percepciones de los docentes indica que los profesores que han usado ABP aseguran que tiene el potencial de aumentar la involucración de los alumnos, de que los estudiantes adquieran conocimientos más significativos y que aprendan haciendo. Resaltaron que el uso de ABP mejora las relaciones entre estudiantes y también entre docentes y estudiantes.

La investigación de la Universidad de Helsinki en Finlandia (Aksela & Haatainen, 2018) alcanza conclusiones similares por parte de los profesores quienes indican que el uso de ABP aumenta significativamente la comprensión de los contenidos y el desarrollo de competencias por parte de los alumnos. Encuentran el ABP de gran utilidad porque incrementa la motivación tanto de los alumnos como de los profesores, promueve un sentimiento de comunidad, se centra en el alumno y otorga versatilidad a la práctica docente.

Los resultados presentados por von Solms, S., & Nel, H. (septiembre de 2017) me resultan de especial interés porque, a pesar de tratarse de una investigación hecha en Sudáfrica, el contexto es similar al que podríamos tener en España o, en concreto, en el IES Galileo, donde realicé las prácticas. Se trata de lugares con alto desempleo y bajas capacidades en algunas de las disciplinas de STEM, sobre todo en matemáticas. El

experimento combina la enseñanza interdisciplinar STEM con el aprendizaje basado en proyectos, indicando una mejora general del rendimiento académico de los alumnos.

Por último la investigación de Planas Raig, N., & Gorgorió Solà, N. (2001), a pesar de estar centrada en la interpretación de normas matemáticas, tiene motivaciones en común con mi propuesta, como son el elevado fracaso escolar entre los alumnos de minoría étnicas y su bajo rendimiento en matemáticas. Me resulta de interés porque centra su atención en los aspectos del aula de matemáticas que pueden explicar las dificultades de comprensión de los alumnos, concluyendo que una de ellas es la comprensión lingüística y la capacidad de comunicación verbal y lectora, y que cuando se crea un ambiente de resolución de problemas matemáticos colaborativo y basado en proyectos, afloran los beneficios de la diversidad social y cultural en el aula.

Hay también una serie de retos que se encuentran repetidamente en la literatura acerca de la aplicación del ABP, como son la formación del profesorado, la organización y la gestión del tiempo. Cubriré más adelante los retos del ABP y de mi propuesta.

A pesar de los retos, los resultados documentados que he encontrado de la aplicación de ABP siempre apuntan a mejoras en el aprendizaje significativo, el desarrollo de competencias y la actitud hacia las matemáticas.

He encontrado también claros casos de éxito de IES españoles valientes que han incorporado como práctica común el uso de ABP y otras metodologías activas con excelentes resultados.

El IES Carmen y Severo Ochoa en Asturias es un centro rural con 400 alumnos, tres líneas de ESO, una línea de Bachillerato y tres ciclos de FP de Grado Medio. El centro tiene una plantilla muy inestable, con 40% de interinidad. Entre sus muchos proyectos el centro ha puesto en marcha grupos de trabajo en innovación educativa. El departamento de Lengua y Literatura lleva 8 años trabajando con ABP y han diseñado más de 50 proyectos. Su principal objetivo es enseñar la materia por competencias y no por contenido. El departamento ha podido constatar los siguientes resultados positivos (Trujillo Sáez, 2021):

- excelente mejora en la competencia de comunicación oral y escrita;
- inmejorable motivación e implicación por parte del alumnado que asegura asistir contento a clase;
- mejor convivencia en el aula, gracias al cooperativo por un objetivo común y el aprendizaje de actitudes fundamentales como ayudar, escuchar, dialogar o disentir constructivamente;
- mejor atención a la diversidad, con apoyo del PT y AL;
- los resultados en la materia son en general excelentes.

Los docentes del IES Carmen y Severo Ochoa que enseñan con ABP aseguran que *«El aprendizaje del alumnado es más completo y se ha enriquecido al conectarse con otras materias y con intereses y mundos de referencia próximos al alumnado»* (Trujillo Sáez, 2021).

Los buenos resultados no han llegado sin dificultades en el camino. Además extender el proceso de cambio al

resto del centro y materias no ha sido aún exitoso debido a la rigidez de organización del centro, a la inestabilidad de la plantilla y a la mentalidad reacia al cambio de parte del profesorado. Continuaré profundizando en los retos más adelante en el TFM.

Por otra parte, el IES El Parador en Roquetas de Mar (Almería) ha conseguido adoptar la metodología ABP de una manera mucho más consolidada. Su propuesta inicial de innovación educativa consistió en la elaboración e implantación de un modelo de aprendizaje basado en proyectos para los cursos de 1º y 2º de la ESO, implicando a 18 profesores y más de 150 alumnos. Su propulsor fue Francisco Javier Benjumeda Muñoz (Paco) a quien he tenido el gusto de conocer por video conferencia y con el que mantengo contacto. Paco es ahora director en el IES El Parador, aunque en los inicios del proyecto de innovación educativa era docente de Matemáticas. El profesor Benjumeda comenzó a usar ABP en sus aulas en solitario hace 8 años y luego se le fueron uniendo otros docentes de Matemáticas y de otras materias. En la actualizada en el IES El Parador se imparten seis asignaturas del primer ciclo de la ESO (1º, 2º y 3º de la ESO) de manera interdisciplinar y con ABP a lo largo de todo el año escolar.

El IES El Parador comenzó su andadura en la adopción del ABP como metodología común a varias materias dada la necesidad de efectuar reformas que permitan mejorar los resultados y conseguir la necesaria implicación del alumnado en su proceso de aprendizaje. En el centro se observaba un bajo grado de motivación del alumnado y el nivel de desarrollo curricular que presentaba el alumnado que ingresa en el centro era, salvo excepciones, medio-bajo. Además se enfrentaban a un alumnado de llegada al centro sin hábitos de trabajo y con un comportamiento en el aula mejorable. Adicionalmente el centro acoge una tasa superior al 6% de alumnado de incorporación tardía (población inmigrante, desplazada, etc.). Para hacer frente a estos retos el centro apostó por un estilo educativo de convivencia, que permitiese una más alta atención personalizada y que mostrase el valor práctico del aprendizaje. La aplicación de la metodología ABP ha sido la columna vertebral del cambio de modelo educativo implementado por el IES Parador y los resultados han sido muy positivos (IES El Parador, 2015), (Benjumeda Muñoz & Romero Albadalejo, 2017) :

- mejora del rendimiento académico (aumento de 4.5 puntos porcentuales tras el primer año de implementación) y reducción del fracaso escolar (reducción de 5 puntos porcentuales tras el primer año). El profesorado participante coincide en que, en general, el alumnado adquiere más compromiso con el resto de la clase y con las materias, provocando un mayor interés por aprobar y pasar de curso;
- el número de incidencias graves y de conductas contrarias a las normas de convivencia del centro se desplomaron tras dos años de implementación;
- la mayoría de alumnos valoran el trabajo en grupo positivamente y creen que les ayuda a mejorar sus resultados y a mejorar el ambiente de la clase;
- en cuanto al aprendizaje de las matemáticas, la mayoría de estudiantes reconocen en todos los cuestionarios la utilidad de los aprendizajes adquiridos y que las tareas son más prácticas y contextualizadas;

- a pesar de la reticencia inicial cada año se han unido más docentes a la nueva manera de trabajar. Tras dos años de aplicación más de la mitad del claustro se habían unido a la iniciativa;
- ha aumentado la implicación y participación en el proyecto educativo por otros agentes de la Comunidad Educativa, como son las familias.

Me consta que existen múltiples casos de éxito de uso de ABP en centros de enseñanza secundaria concertados o privados. De hecho, he estado en comunicación con el profesor Javier Sánchez de La Salle de Valladolid, quien desde hace años utiliza ABP para enseñar la materia de Economía. Los colegios de la red Montserrat son una referencia en cuanto al uso de ABP. Pero me interesan más los casos de éxito en la educación pública, cuyo contexto y acceso a recursos suponen mayores retos; y porque la educación pública es la educación de todos y es bueno para todos que sea exitosa.

Es llamativo cómo en los resultados de la anteriormente citada encuesta (WISE-Gallup, 2015), los expertos en educación que respondieron a la encuesta piensan que la falta de mejora en los sistemas educativos se debe en mayor medida a la falta de aprendizaje basado en proyectos (un 52%) que al uso de TICs (un 18%) o la calidad de los docentes (un 31%). Es sorprendente que el 84% de los educadores españoles participantes en la encuesta citan la falta de un aprendizaje basado en proyectos como uno de los mayores retos para la escuela primaria y secundaria. Aunque probablemente no debería ser tan sorprendente ya que supongo que los educadores que forman parte de WISE tienen un perfil innovador, de manera que es posible que sea una perspectiva española muy sesgada.

El Aprendizaje Basado en Proyectos y Cooperativo es un escenario perfecto para crear lo que el matemático y educador Adrián Paenza llama «*inteligencia compartida*» (Paenza, 2019), que se basa en la socialización del conocimiento con otros para que todos sepamos más. En la clase tradicional los alumnos socializan conocimiento prácticamente sólo con el profesor para responder a sus preguntas, para demostrar lo que saben al profesor, comparten su conocimiento con alguien que ya tiene ese conocimiento y no lo necesita. El ABP da la oportunidad a los alumnos de compartir su conocimiento con sus compañeros, por un motivo social, de cooperación y no competitivo.

En Finlandia (país de referencia por sus excelentes resultados en PISA) y cada vez más en España, se trabaja mucho por proyectos (Silió, 2019). Los profesores se coordinan para enseñar de manera transversal distintas asignaturas sin repetir contenido. El ABP facilita la posibilidad de enseñar y aprender de manera interdisciplinar aplicando métodos como STEM.

Incluso para aprender de los errores el ABP crea ambientes más propicios. Convince más que tus compañeros te muestren que tu respuesta no es correcta a que el profesor te diga que es incorrecto (Finkel, 2015).

En conexión con el marco teórico en este TFM la metodología ABP:

- permite trabajar en la zona de desarrollo próximo de cada alumno y considerar el conocimiento sociocultural del alumnos y permite usar el lenguaje como medio de comunicación del pensamiento hacia el exterior (Vygotsky);
- es un vehículo ideal para aplicar interdisciplinaridad y aprendizaje por STEM, pero también para integrar otras metodologías activas como el aprendizaje basado en problemas, el aprendizaje cooperativo y el aprendizaje por servicios. Dada su naturaleza el ABP es una metodología inclusiva de otras metodologías, incluida la clásica por instrucción directa;
- facilita el aprendizaje por descubriendo, definido por Bruner, y permite que el docente guíe ese aprendizaje por descubrimiento en mayor o menor medida dependiendo de las necesidades del alumno (Arce Sánchez et al., 2019);
- fomenta el aprendizaje significativo, definido por Ausubel, a través de situaciones que permiten aumentar el nivel de asociación de conocimientos previos y nuevos, de manera que el conocimiento será de mayor calidad y durabilidad, en contraposición con el aprendizaje memorístico y mecánico, normalmente efímero por la falta de asociación con otros conocimientos e informaciones (Arce Sánchez et al., 2019);
- favorece trabajar en situaciones en las que los errores cometidos por los alumnos motivan la reflexión sobre el proceso matemático a través de la argumentación expuesta por los alumnos (Rico, 1995);
- permite trabajar el pensamiento lateral y creatividad, a través del trabajo cooperativo (Trujillo Sáez, 2015).

Este TFM no propone desterrar por completo el uso de la instrucción directa, pero sí que propone enseñar durante más tiempo usando metodologías activas, ya que el modelo clásico de enseñanza basado en clase magistrales de tiza, libro, lápiz y papel ayuda muy poco con los siguientes aspectos donde el ABP y otras metodologías activas pueden aportar mayor valor:

- aumentar la motivación del alumnado
- despertar la iniciativa e interés por aprender
- dotarles de la suficiente autonomía y capacidad de tomar responsabilidad de su aprendizaje
- fomentar el pensamiento crítico
- fomentar la creatividad
- promover el trabajo en equipo y la cooperación
- aplicación del aprendizaje interdisciplinar
- uso eficaz de las TIC.

Las matemáticas se aprenden haciéndolas en el aula. Es difícil aprender matemáticas escuchando o viendo a un profesor hacerlas. De la misma manera que se aprende a andar en bici subido a una bici y no mirando videos de Induráin. Como dijo Confucio «*Me lo contaron y lo olvide, lo vi y lo entendí, lo hice y lo aprendí*».

El ABP es una herramienta que podemos poner en práctica en las aulas para que los alumnos aprendan haciendo.

## **Adecuar la evaluación**

En la sección ‘Motivación y objetivo’ mencionaba que me preocupa que los resultados de los alumnos en pruebas escritas de matemáticas sean muy poco satisfactorios y que las pruebas escritas tomasen tanto peso en la evaluación de los alumnos. Hay un amplio abanico de instrumentos de evaluación que se podrían aplicar para evitar que la capacidad de hacer bien un examen en un tiempo limitado sea el factor determinante que califica el conocimiento de matemáticas de los alumnos. Pero creo que la mayor dificultad que se encuentran los profesores que usan como único método de enseñanza la tradicional instrucción directa es encontrar el tiempo para facilitar otro tipo de evaluación. Por ejemplo, asignar un trabajo a los alumnos, aunque sea individual, requiere preparar a los estudiantes para poder hacer el trabajo por si mismos, lo cual requiere tiempo e impartir algunas sesiones de manera diferente.

El poder de metodologías activas como el ABP es que es afín con la **evaluación formativa** la cuál algunos autores describen como «*evaluar para aprender*». La evaluación formativa tiene como fin la mejora continua y la regulación del aprendizaje de los alumnos, pero también de los procesos de enseñanza. Permite a los alumnos aprender de los errores cometidos y de las dificultades encontradas. Y a la vez permite a los docentes controlar el proceso de aprendizaje y ajustar las estrategias de enseñanza (Arce Sánchez et al., 2019).

El libro blanco de la matemáticas afirma que «*la evaluación en el aula de Matemáticas debe concebirse desde una perspectiva formativa. Las expectativas de aprendizaje deben ser objeto de observación por parte del profesorado, de manera que el resultado de la evaluación proporcione información sobre qué capacidad de aprendizaje tiene el alumnado y evitar así la discriminación en función de su rendimiento*» (Martín et al., 2020). Esto es, lo contrario al propósito de los exámenes, donde no hay periodo de observación, sino una prueba puntual contrarreloj que no tiene en cuenta el progreso exhibido por cada alumno en su rendimiento académico de acuerdo al rendimiento con el que comenzó. Con el uso desmesurado de pruebas escritas es posible que hayamos caído en el sinrazón de utilizarlos para demostrar que los alumnos no saben, en lugar de utilizarlos como una herramienta más de aprendizaje y un apoyo a la evaluación.

Las metas de aprendizaje en matemáticas han evolucionado, alejándose de la capacidad de reproducir contenidos a la capacidad de construir conocimiento matemático de utilidad en un contexto social y cultural y de aplicación a otras disciplinas. De la misma manera es necesario transformar la evaluación en la aulas de matemáticas ya que «*los enfoques socio-constructivistas para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas necesitan procedimientos de evaluación coherentes con esta visión*» (Benjumeda Muñoz et al., 2016). La evaluación formativa facilita esa coherencia entre los procedimientos evaluativos y los procesos de enseñanza y aprendizaje, pues permite a los profesores adaptar su proceso de enseñanza a los progresos y

necesidades de aprendizaje observados en sus alumnos.

Es difícil evaluar competencias con un examen de matemáticas, que en general evalúa conocimiento de contenidos matemáticos. El aprendizaje basado en competencias requiere de una evaluación integral que tenga en cuenta el desempeño resolviendo tareas reales considerando el progreso hecho en conocimientos, destrezas, valores y actitudes (Benjumeda Muñoz, 2021).

Tanto los profesores con los que he hablado que utilizan ABP como la literatura acerca de ABP, hacen referencia a la mayor dificultad de evaluar cuando se usan metodologías activas. Es sin duda más sencillo para el profesor usar la instrucción directa y las pruebas escritas como el principal elemento de evaluación. Pero si queremos proporcionar a las futuras generaciones una educación centrada en el aprendizaje de los alumnos debemos también asumir que el esfuerzo requerido por los enseñantes será mayor, al menos en el corto plazo.

## Mejorar la inclusión

Durante el máster hemos escuchado reiteradamente la enorme dificultad que supone atender a la diversidad y crear aulas inclusivas. Basado en mi experiencia durante las prácticas las metodologías de enseñanza donde el alumnado juega un papel pasivo, como puede ser la instrucción directa hace casi imposible atender a la diversidad a no ser que se disponga de varios docentes en el aula al mismo tiempo (lo cual no ocurre, ni es factible) o se segregue alumnado por grupos ‘similares’, lo cual sería evitar el reto en lugar de afrontarlo.

La siguiente figura me parece una manera gráfica excelente de representar los conceptos de exclusión, segregación, integración e inclusión:

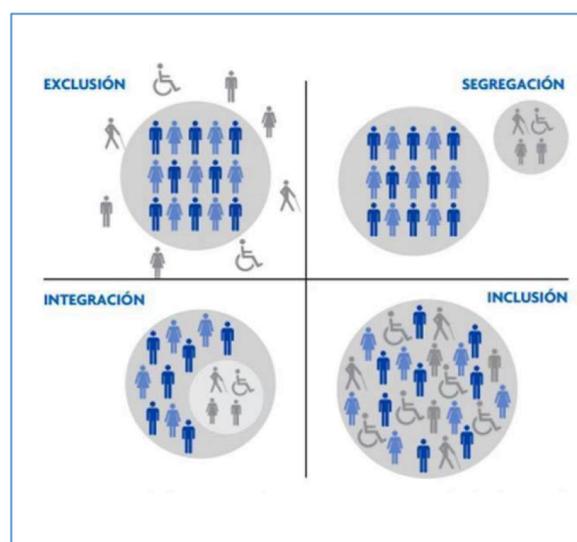


Figura 1: Inclusión (Fuente <https://edusocialsoul.wordpress.com/>)

La diversidad en las aulas, como en las calles, es cada día mayor o debería serlo si la población dentro de nuestros centros de enseñanza fuese representativa de la población en nuestras ciudades y pueblos. En la clase no sólo hay diversidad del tipo alumnos con necesidades específicas de apoyo educativo (ACNEAE), aquel que necesita una atención educativa diferente a la ordinaria; o del tipo alumnos con necesidades educativas especiales (ACNEE), que son aquellos que presentan discapacidades y trastornos graves de conducta. Sino que cada vez más conviven en el aula niños de diferentes etnias, religiones y culturas.

El mayor fracaso escolar, especialmente en matemáticas, se da entre alumnos pertenecientes a minorías étnicas y a grupos sociales desfavorecidos, lo cual queda ampliamente documentado en le estudio de Planas Raig, N., & Gorgorió Solà, N. (2001).

La educación por competencias con un currículo menos rígido y el uso de metodologías menos competitivas y más colaborativas favorecen la inclusión, y en esa dirección va la nueva ley educativa (LOMLOE) que también fomenta el uso de metodologías activas y el aprendizaje usando proyectos para alcanzar sus objetivos.

La experiencia del IES El Parador trabajando con ABP les ha permitido constatar que atienden de manera más efectiva a la diversidad del alumnado, ya que la metodología proporciona una amplia gama de oportunidades de aprendizaje. Además los alumnos más beneficiados por la mejora en la inclusión han sido alumnos para los cuales enfoques de aprendizaje tradicionales no eran efectivos (IES El Parador, 2015).

## Propuesta para enseñar Matemáticas en 1º de la ESO

Ya he cubierto brevemente en la sección ‘La propuesta en pocas palabras’ qué es lo que propongo en mi TFM. Ahora me gustaría dar más contexto a esa propuesta explicando cómo se originó, en qué contexto se desarrollaría si se implementase y qué parte concreta de la iniciativa interdisciplinar se cubre en este TFM.

### El origen de la propuesta

Durante el Módulo Genérico de este máster se generaban a menudo debates en las clases de la asignatura de Sociedad, Familia y Educación acerca de cómo las prácticas habituales en las aulas no se corresponden con lo que las mejores prácticas aconsejaban, a pesar de las muchas reformas educativas y de las siete leyes educativas que España ha tenido en democracia seguimos teniendo un sistema educativo anacrónico y los métodos de enseñanza que se utilizan en la mayoría de las aulas siguen siendo los mismos desde hace décadas. Debatíamos acerca de que a pesar que la última ley educativa insiste en la enseñanza por competencias este tipo de enseñanza sigue sin ejercerse plenamente, acerca de la precariedad en la atención a la diversidad, acerca de que los resultados de los alumnos españoles en PISA no mejoran y acerca de que el protagonismo se sigue poniendo en enseñar y no en que los alumnos aprendan, ya que el centro sigue siendo el docente y no el alumno.

Durante uno de esos debates uno de mis compañeros de máster sugirió que sería mejor que nos explicasen cómo es el mundo real y prepararnos para ello, en lugar de explicarnos la teoría de cómo debería ser. Yo no podría estar más en desacuerdo con esa petición e intervine de inmediato para responder que el poder del cambio está en cada uno de los 250 alumnos que íbamos a completar este máster este año. El cambio ha de empezar en algún momento y lugar, y que no veía mejor momento y lugar que aquel en el que estábamos los futuros docentes. Yo, definitivamente, no quería perder un año de mi vida aprendiendo a no hacer bien la tarea de docente. El sistema educativo español tiene muchos retos que superar, en muchas áreas diferentes, pero estoy convencida de que el mayor agente de cambio posible son los mismos docentes, especialmente los futuros docentes que están en formación. Ese aula donde debatíamos se me antojó el mejor campo de cultivo para predicar con el ejemplo y así se sembró la primera semillita de una idea ilusionada de cambio con una propuesta inicial muy vaga en la que proponía desarrollar durante el curso una intervención educativa innovadora de carácter interdisciplinar.

El siguiente paso era crear ese equipo interdisciplinar de ensueño. Había observado a mis compañeros de clase y ya había identificado a algunos que pensaba serían estupendos contribuyentes a un proyecto de estas características. Necesitaba gente con pasión real por la docencia, creyentes en la posibilidad de cambio, decididos a trabajar mucho más que lo estrictamente necesario y que además supiesen mucho más que yo de docencia, de educación y del sistema educativo español, pues mis conocimientos eran muy básicos.

Y así, aprovechando la oportunidad que este año de aprendizaje nos daba, se materializó al principio de este curso académico 2020-2021 una iniciativa de cuatro futuros docentes estudiantes del Máster Universitario de Profesor en Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas (MUPES) por la especialidades de Matemáticas, Geografía e Historia, Intervención Sociocomunitaria y Tecnología e Informática, con el objetivo de hacer realidad un propuesta de enseñanza acorde con las recomendaciones de las mejores practicas educativas.

Con el fin de diseñar una intervención educativa viable y factible, iniciamos contactos en busca de un IES público y un barrio en Valladolid que fuesen afines a nuestra propuesta, que por entonces aún era muy vaga. Así terminamos trabajando con un IES concreto (IES Galileo) y una red de barrio existente (Pajarillos Educa).

Tras varios meses de investigación y deliberación decidimos que el eje conductor de la propuesta fuesen tres proyectos (ABP - Aprendizaje Basado en Proyectos), uno por trimestre, que cubrirían el currículo de 1º de la ESO de las asignaturas de Geografía e Historia, Tecnología y Matemáticas. A lo largo del año el trabajo curricular dentro del centro se enriquecería y enriquecería a la Red del Barrio con el uso de Aprendizaje por Servicios a través de la interacción continua entre los dos espacios (IES y barrio, incluidos otros centros educativos). Para diseñar el trabajo con el barrio y con otros centros educativos se hacen imprescindibles los conocimientos del compañero de la especialidad de Intervención Sociocomunitaria.

Hicimos nuestras prácticas en el IES Galileo y nos involucramos en la oferta de actividades de la red Pajarillos Educa. Nuestro objetivo era servirnos de la experiencia de prácticas y de nuestros aprendizajes durante el máster para poder generar un impacto positivo sobre el centro.

Durante las prácticas se hizo aún más evidente que el curso más apropiado para nuestra propuesta sería 1º de la ESO, debido a que sería más fácil adoptar un cambio metodológico al principio del cambio de ciclo educativo. También porque creemos que el cambio metodológico propuesto ayudará a la adaptación de los alumnos al salto de primaria a secundaria, en cuya transición se pierde alumnado, en especial en el contexto social donde se encuentra el IES Galileo. Esto es porque confiamos que un cambio metodológico interdisciplinar y hacia una educación basada en competencias, mejore el aprendizaje del alumnado y fomente la integración.

A lo largo de este año el equipo de los cuatro compañeros del MUPES integrantes de este proyecto cooperativo interdisciplinar hemos trabajado en un documento que es la columna vertebral de nuestra propuesta de innovación educativa. Las dos imágenes siguientes han sido extraídas de dicho documento y se refieren a la propuesta de intervención educativa en su estado final. Espero que sirvan para dar un poco de contexto a lo explicado anteriormente:



Figura 2: Propuesta de innovación educativa en una imagen (Fuente: documento principal de la propuesta)



Figura 3: Metodologías conductoras en la propuesta de innovación educativa (Fuente: documento principal de la propuesta)

La propuesta no pretende que en todo momento a lo largo del año académico se utilicen todas las metodologías mencionadas, ni que nunca se utilicen metodologías más tradicionales como la clase magistral. Pero se pretende que las metodologías mencionadas tengan más peso en el proceso enseñanza-aprendizaje que las más tradicionales.

He de aclarar que el tema de los tres grandes ABP en su estado final estarían conducidos por los bloques curriculares de la asignatura de Geografía e Historia, pero se cubriría el currículo de las tres asignaturas, contribuyendo todas ellas a la generación del producto final de cada ABP.

## Contexto de implementación de la propuesta

La propuesta se ha documentado con un IES público concreto en mente: el IES Galileo en el barrio de Pajarillos en Valladolid. Se trata de un IES con una gran diversidad de alumnado y un portfolio de oferta educativa amplia (bilingüe, programa British, Bachillerato de Investigación/Excelencia, múltiples FP ...). Mis compañeros de proyecto y yo hicimos las prácticas en el IES Galileo, lo cual nos permitió contrastar la validez de la propuesta general y nos ayudo a identificar las áreas en las que podría centrarse nuestros TFM individuales. Por lo tanto el contexto que paso a describir coincide con el de mis prácticas.

El IES Galileo se encuentra en un barrio en proceso de cambio, que proviene de un pasado complicado, marcado por la pobreza y la exclusión social.

Según datos publicados por el Ayuntamiento de Valladolid (Ayuntamiento Valladolid, 2012), Pajarillos alberga una población de 21,002 habitantes, el 7.01% de la ciudad, 14,304 en Pajarillos Bajos y 6,698 en Pajarillos Altos, siendo la población total de Valladolid de 299,370.

La población extranjera en la ciudad (Ayuntamiento Valladolid, 2012) es principalmente de origen marroquí con 2830 (16.5%), búlgaro con 2234 (13%), rumano (9.6%), colombiano (9.3%) y venezolano (6.1%), en porcentaje respecto del total de población extranjera según datos del Ayuntamiento de Valladolid actualizados en 2015 por última vez.

Por lo tanto en el barrio de Pajarillos conviven ciudadanos de diferentes etnias, creencias y niveles adquisitivos, aunque en su gran mayoría proceden de nivel económicos medios y bajos. Hay zonas más deprimidas dentro del barrio en las que algunos de sus habitantes se sospecha se dedican a actividades delictivas. El alumnado del IES proviene de todos los rincones del barrio, de los mejores posicionados económicamente y de los más deprimidos.

El centro está altamente marcado por la historia que rodea al barrio, que lo estigmatiza injustamente, a mi parecer. Afortunadamente la realidad actual está muy lejos de ese pasado sombrío y el interior del centro muestra una imagen activa y participativa en proyectos y actividades educativas transversales más allá de las meras curriculares.

A pesar de ello, en los recientes años el centro ha sufrido un proceso de pérdida de alumnado en la ESO y bachillerato debido a que algunas familias del barrio optan por llevar a sus hijos a centros de otros barrios que consideran más acomodados. Para paliar esto y evitar convertirse en un centro 'guetificado', se han desarrollado las diferentes líneas bilingües, con el objetivo de retener al alumnado de las familias susceptibles de preferir otros centros. También se ha creado hace cuatro años el Proyecto de Autonomía con el objetivo de facilitar la integración de alumnado que llega a 1º de ESO con un nivel curricular más bajo de lo necesario y proclives al absentismo. Desde el curso 2019-2020 el Proyecto de Autonomía está ligado al PIE «Próxima

Estación: ODS 2030».

## Contribución de este TFM a la iniciativa interdisciplinar

La formulación de la intervención educativa propuesta en nuestro trabajo cooperativo no llega a detallar las actividades concretas que se ejecutarían en cada momento a lo largo del año, sino que propone y documenta una reestructuración de los mecanismos de enseñanza de las tres asignaturas, con el uso de metodologías activas, crea un mapeo del currículo de las tres asignaturas al propósito de cada ABP y describe el estado final.

Nuestra atención hasta el final de las prácticas estuvo en definir ese estado final de la intervención educativa propuesta, es decir, un año académico completo impartido principalmente de manera interdisciplinar y usando la metodología ABP como eje conductor, aunque no sería la única metodología usada. Sin embargo, los cuatro componentes del equipo entendemos que la envergadura del cambio que proponemos es muy grande y que la complejidad de adopción es su mayor reto. Es por ello que en el proyecto proponemos un plan de implementación gradual, sabiendo que llevará varios años llegar al objetivo final y que entre tanto se progresará gradualmente con pasos pequeños.

Nuestro plan original de implementación contenía este primer año de diseño (curso académico 2020-2021), un año de transición (2021-2022) y un tercer año de adopción e implementación (2022-2023). Tras presentarlo a los equipos de jefatura y dirección del IES Galileo su respuesta fue que el cambio tenía que ser más lento, ya que se requería de tiempo para embarcar a los profesores en el cambio y probar la propuesta en modo piloto. En respuesta a esta retroalimentación del centro, incrementamos en un año más el periodo de preparación y transición, dedicando así más tiempo a la formación de profesorado y a probar el cambio. Esto dio lugar al siguiente plan de implementación a cuatro años:



Figura 4: Plan de implementación de la propuesta de innovación educativa (Fuente: Documento principal de la propuesta)

También decidimos centrar nuestros TFM en propiciar los periodos de transición y adopción, que siguen al diseño, para así facilitar el cambio. De esta manera, el compañero de la especialidad de Intervención Sociocomunitaria ha dedicado su TFM a diseñar el programa de formación del profesorado y la comunidad. El TFM del compañero de Tecnología e Informática se ocupa de la atención a la diversidad y a la inclusión. El compañero de Geografía e Historia se ocupa en su TFM del trimestre relacionado con la Prehistoria. Mientras que yo he centrado mi TFM en diseñar la primera prueba de concepto o piloto que se podría implementar una vez el profesorado concluya su periodo de formación y en concretar el proyecto piloto en la docencia de Matemáticas.

En consecuencia a partir de ahora paso a documentar cómo podría ser la primera experiencia para el centro, profesores y alumnos trabajando con un ABP más corto que los propuestos en el estado final de la intervención. Podría considerarse un primer Proyecto Mínimo Viable que sea factible implementar en el corto plazo y que pueda ser de utilidad real al centro. Dado que mi especialidad es la de Matemáticas, me centraré en describir qué contenidos del currículo matemático se cubrirían en esta prueba de concepto del ABP y cómo. También haré referencia a los contenidos curriculares de las otras dos asignaturas, pero sin profundizar de la manera que lo haré para las Matemáticas.

Es importante resaltar que el plan de formación del profesorado da gran importancia a que los docentes aprendan a trabajar de manera cooperativa y lo practiquen, que es lo que tendrán que enseñar a trabajar a sus alumnos más tarde. De la misma manera que nosotros, hemos utilizado el desarrollo de este proyecto como un campo real de práctica de nuestras habilidades para trabajar de forma interdisciplinar y cooperativa.

## Diseño de un ABP piloto para impulsar el cambio

Las pruebas de concepto se consideran necesarias en el proceso de implementación de cambios de cierta envergadura en muchos ámbitos distintos, desde la creación de nuevas líneas de negocio, al despliegue de nuevas tecnologías, de nuevos avances médicos o de nuevas políticas públicas.

El cambio necesario para la implementación del estado final de nuestra propuesta de innovación educativa es significativamente grande y complejo, por lo cual nos parece apropiado empezar con un primer pequeño paso que preceda a otros mayores. Ese primer paso es un ABP que menor duración y complejidad que los ABP finales, al que nos referimos como ABP de prueba de concepto o ABP piloto. EL ABP como prueba de concepto ayudaría a verificar la viabilidad del estado final, identificar qué aspectos de la implementación requieren más refinamiento e identificar posible riesgos que hayan obviado. El ABP piloto ayudará a verificar si la teoría es realizable, en un estadio de implementación intermedio, que requiera de un menor despliegue de recursos y esfuerzos, a la vez que no trastorna de manera significativa el transcurrir habitual del curso.

Anteriormente me referí a este ABP piloto como una Proyecto Mínimo Viable (PMV), esto es porque se plantea como un ABP que cumple las mínimas características del tipo de trabajo con ABP que proponemos en el estado final y permitiría comprobar si los principales beneficios de este modo de trabajo se ven reflejados en el piloto. Es un instrumento de gestión del cambio que permite, con un proyecto a menor escala, suavizar la resistencia inicial que se espera tanto de docentes, como alumnos, como familias si, como se espera, el ABP piloto supone una experiencia de aprendizaje positiva y enriquecedora. Se podría ver como un aperitivo que se sirve antes del primer plato y que ayuda a abrir el apetito.

Las principales bonanzas del trabajo interdisciplinar con metodologías de aprendizaje por proyectos y cooperativo que esperamos constatar con una prueba piloto son:

- mejora en el nivel de convivencia entre los alumnos, con especial atención al nivel de inclusión de alumnado más propicio a registrar incidencias o incluso a abstenerse de asistir a clase;
- incremento en el nivel de motivación e implicación del alumnado;
- mejora en la opinión de los alumnos acerca de la relevancia de lo aprendido;

Los beneficios que esperamos obtener de la implementación del ABP piloto son:

- obtener realimentación práctica que permita validar las bonanzas esperadas de esta nueva manera de enseñar y aprender;
- identificar posibles retos con los que no habíamos contado;
- recoger información acerca de la experiencia de los docentes en cuanto a trabajar de manera interdisciplinar y coordinada;
- recoger datos acerca de la valoración del trabajo en grupo, por parte de los alumnos y los docentes;

- mitigar los riesgos de una despliegue total, identificando puntos de mejora requeridos para pasar a un estadio más alto de adopción del cambio;
- fomentar la aparición de nuevas ideas;
- aumentar la confianza en el valor positivo del cambio propuesto tanto para el alumnado como para el centro;
- adquirir experiencia práctica, que sirva de ‘calentamiento’ y preparación para continuar con los siguientes pasos en la implementación;
- servir como catalizador de toma de decisiones a favor de la nueva propuesta educativa;
- disponer de un potencial caso de éxito práctico que pueda servir como ejemplo para realizar una extensión a otros centros por parte de las autoridades educativas provinciales o regionales.

En general las pruebas de concepto ayudan a garantizar o aumentar las probabilidades de éxito del despliegue completo del plan, como consecuencia de los beneficios listados más arriba.

Esta primera prueba representaría un primer paso en un camino que vaya gradualmente incrementado la adopción en el IES de los elementos de cambio hasta llegar al estado final propuesto. Supondría una primera oportunidad para alumnado y docentes para exponerse a otra manera de enseñar y aprender a través de procesos que van más allá de los tradicionales trabajos en grupo con los que los alumnos buscan información y la reproducen.

Dado que el ABP piloto ha de ser suficientemente representativo de lo que sería los ABP que proponemos en el estado final, el ABP de prueba documentado en este TFM será interdisciplinar. Probablemente merece la pena aclarar que un ABP no siempre tiene que ser interdisciplinar, pero las oportunidades de aprendizaje aumentarán enormemente si el ABP abarca varias materias. Además es una característica imprescindible para la propuesta educativa que hacemos, puesto que una de sus claves es generar aprendizaje de manera cohesionada a través de varias asignaturas en conjunto. No obstante, puesto que este TFM debe concretar la propuesta para Matemáticas, sólo cubriré en detalle los aspectos curriculares y las tareas directamente ligadas esta asignatura.

He aprovechado la formulación del ABP piloto para reflejar algunos de mis intereses personales, como la sostenibilidad medioambiental, el uso responsable de recursos naturales escasos, la relevancia de la enseñanza de la Estadística y el hecho de que los contenidos del currículo están interrelacionados, no se pueden compartimentar, pues contribuyen en su conjunto a la resolución de problemas reales.

## Supuestos de desarrollo del ABP

A continuación paso a describir los supuestos bajo los cuales se desarrollaría el ABP:

- Aunque parezca obvio, se ha de comenzar por presuponer que el IES ha aceptado la implementación

de la intervención educativa propuesta por el equipo de cuatro alumnos del MUPES, comenzando con actividades de formación de profesorado desde principios del curso académico 2021-2022, que continúan en el curso 2022-2023, a la vez que en ese mismo año académico se implementa un ABP en una clase de 1º de la ESO a modo prueba de concepto.

- El calendario de implementación de la nueva ley educativa LOMLOE implica que las modificaciones de currículo, organización y objetivos de 1º de la ESO han de entrar en efecto en el curso 2022-2023 (MEFP, 2020), por lo tanto la implementación del ABP piloto en ese mismo año académico resulta muy acorde con lo que estipula la ley.
- En términos del perfil del alumnado de una clase de 1º de la ESO, basado en la experiencia durante el Prácticum y asumiendo que los alumnos del Proyecto de Autonomía se integran en las aulas ‘estándar’, se podría asumir que en una clase de 1º de ESO de en torno a 20 alumnos se encontrarán de media:
  - 1 alumno repetidor
  - 8 alumnos proceden de etnias y/o nacionalidades minoritarias (gitana, magrebí, sudamericana y/o europea del este), 5 de ellos compañeros anteriormente en un CEIP 2030 del barrio.
  - 2 alumnos diagnosticados con algún tipo de dificultad de aprendizaje
  - 1 alumno de altas capacidades
  - 4 alumnos en los niveles de competencia más altos
  - 6 alumnos en los niveles de competencia más bajos
  - los restantes 10 alumnos en niveles de competencia medios
- En el IES hay tres profesores de las asignaturas de Matemáticas, de Geografía e Historia y de Tecnología, y un docente del departamento de Orientación que voluntariamente han acordado trabajar de manera interdisciplinar con una de las clases de 1º ESO, utilizando metodologías activas.
- Los profesores no han trabajado antes con este tipo de metodologías, ni de manera interdisciplinar. No obstante han recibido y superado la formación requerida, durante el curso 2021-2022, de acuerdo al plan de implementación presentado anteriormente en este TFM. A lo largo de su formación no sólo han aprendido, sino que también han entrenado el aprendizaje basado en proyectos, cooperativo e interdisciplinar.
- El horario de clases de este grupo de 1º de la ESO se ha diseñado de manera que un día a la semana las asignaturas de Matemáticas, Geografía e Historia y Tecnología se dan en tres horas de clase contiguas. Ese día se ha determinado que sea viernes y se trabajará en el proyecto interdisciplinar durante las tres horas. Es decir, se dedicará a trabajar en el proyecto en el aula un tercio de las horas semanales de Geografía e Historia y Tecnología y un cuarto de la asignatura de Matemáticas.
- El horario de los profesores se ha organizado de manera que, ese día de la semana, las dos horas que no correspondan a su asignatura están de guardia. Esto les dará la oportunidad, en el caso de no tener que atender a ninguna actividad de guardia, de unirse a las otras horas de trabajo en el proyecto y

apoyar al otro profesor en su desarrollo.

- El horario del orientador se ha organizado de manera que pueda atender, de manera rotativa, cada semana durante una hora a una de las tres signaturas en el día dedicado al proyecto.
- El orientador ha acordado jugar el papel de coordinador para aunar la actuaciones de los otros tres docentes involucrados y hacer seguimientos semanal.
- El horario de los cuatro componentes del equipo docente se ha diseñado de manera que tienen una hora de coordinación asignada a la semana.
- Se ha acordado que el momento del curso durante el cual se desarrollará el proyecto será entre las fechas 21 de octubre 2022 y el 9 de diciembre de 2022. La semana del 12 de diciembre de 2022 será semana de final de evaluación y se utilizará para los procesos de evaluación del proyecto en conjunto con la evaluación correspondiente al trabajo hecho fuera del proyecto.

## Tema principal del ABP

El **tema principal** del ABP piloto es el riego sostenible del futuro huerto del IES.

El **objetivo** que cada equipo ha de alcanzar es determinar si se podrá y cómo se podrán cubrir las necesidades de riego del huerto, a lo largo de todo año, con los recursos hídrico disponibles dentro del recinto del IES y de manera sostenible, esto es, sin incrementar el consumo de agua per cápita actual de los ‘usuarios’ del IES.

El **producto** final a entregar es una propuesta que documente el objetivo alcanzado. El formato del documento ha de ser de naturaleza gráfica, bien sea estática (posters, diapositivas digitales, ...) o dinámica (diapositivas audio visuales, vídeos) o una combinación de ambos. La documentación producida ha de presentar el proceso seguido para alcanzar el objetivo propuesto, los resultados intermedios y la solución al reto inicial.

Los principales **objetivos de aprendizaje del proyecto** son:

- afianzar los conocimientos relativos a los contenidos curriculares seleccionados de cada asignatura y listados más adelante de este documento, de manera que se genere un aprendizaje de los mismos que sea contextualizado, significativo y duradero en el tiempo;
- contribuir a un proyecto en red con el barrio, que el IES y una asociación vecinal han lanzado para crear un huerto urbano en un pequeño terreno dentro del centro;
- aumentar el nivel de adquisición de las competencias clave, como se justifica más adelante;
- aprender acerca de elementos transversales como el cuidado del medio ambiente y la sostenibilidad (educación para el desarrollo sostenible).

Dado que este ABP piloto supone una experiencia novedosa tanto para los alumnos, como los docentes y dado el nivel de competencia medio de la clase piloto de 1º de la ESO, este ABP será de tipo guiado. Por el

momento, no se considera que el contexto permita desarrollar un ABP de manera pautada, ni libre, es decir, completamente autónoma.

Imagino que a primera vista es difícil vislumbrar en el tema principal del ABP piloto su relación con las asignaturas de Matemáticas, Geografía e Historia y Tecnología. En concreto, el tema del ABP no hace referencia directa a un concepto matemático. El beneficio de esto será que los alumnos vayan descubriendo a lo largo del proyecto que las matemáticas están en este tema también, como lo están en todo, que es lo que probablemente oyan constantemente en clase de matemáticas. Este proyecto será prueba factual de ello. Descubrirán de una manera muy natural cómo las destrezas matemáticas les ayudarán en completar el proyecto y cómo sin ellas no podrían completar el proyecto.

## **Contribución al desarrollo de competencias clave**

El Aprendizaje Basado en Proyecto y Cooperativo es por naturaleza un aprendizaje basado en competencias, aún más cuando se implementa de manera interdisciplinar. Dependiendo del diseño concreto de cada ABP las competencias clave se cubrirán de diferentes maneras. El ABP piloto entorno al riego sostenible del huerto urbano cubre las competencias clave de la siguiente manera (MEFP, 2015):

### **Competencia en comunicación lingüística (CCL)**

La acción comunicativa será imprescindible en la práctica social de cada alumno dentro de su equipo, con el resto de compañeros y con los docentes, independientemente de su rol. Evidentemente los alumnos que ejerzan el rol de portavoz, como se verá más adelante, tendrán más oportunidades de practicar la comunicación oral con el resto de la clase y el docente, pero habrá una necesidad de comunicación oral continua dentro de cada equipo para garantizar su buen funcionamiento. Por otra parte, los alumnos habrán de ejercitar otras modalidades de comunicación:

- la lectura de textos, tanto del material proporcionado para guiar el desarrollo del proyecto (enunciados e instrucciones), como el encontrado durante las investigaciones que lleven a cabo para aprender acerca distintas modalidades de riego, de las necesidades de agua, de la disponibilidad de agua de precipitaciones o de los consumos de agua per cápita;
- la redacción escrita de sus contestaciones a las tareas que guían el desarrollo del proyecto y la documentación del producto final a entregar;
- la escucha activa de sus interlocutores, tan necesaria en el continuo dialogo que habrán de mantener con sus compañeros para dar respuesta a las tareas y llegar a acuerdos acerca del producto final a proponer;
- el debate y el diálogo crítico y constructivo, desde el respeto, cuando haya desacuerdos acerca de la manera de proceder o del papel que cada alumno juega en el equipo;

- la exposición y socialización del producto final, cualquiera que sea el soporte y formato elegido (grabación de un video, reproducción de una presentación en diapositivas, demostración en directo ...).

El trabajo cooperativo requiere de conversación regular e intercambio de ideas, en pro de una meta común que es la de dar solución a un reto «¿Podremos regar el huerto de manera sostenible? ¿Cómo?». Conseguir trasladar ideas y significados de manera efectiva, motiva el uso del lenguaje adecuado y correcto, que a la vez se refuerza escuchando a otros y aprendiendo de su manera de expresarse. A su vez, los docentes tendrán múltiples oportunidades, definitivamente muchas más oportunidades que en una clase de instrucción directa, de ayudar a los alumnos a mejorar sus competencia lingüística a través de la retroalimentación. Se darán sin duda situaciones en las que la comunicación no se desarrolle de manera correcta, no sólo desde el punto de vista gramatical u ortográfico, pero también en ocasiones, por la falta de reconocimiento del diálogo como herramienta de convivencia, para mostrar interés por los demás y por lo que tienen que decir, y falta de comprensión de las repercusiones que el uso de la lengua puede tener en otros. Todas esas situaciones ‘de error lingüístico’ son realmente situaciones de aprendizaje y mejora para los alumnos si se les ayuda a reconocerlas y se les enseña alternativas más efectivas socialmente.

### **Competencia matemática y competencia básica en ciencia y tecnología (CMCT)**

La competencia matemática entraña la capacidad de aplicar el razonamiento matemático para resolver problemas y situaciones de la vida cotidiana. Este fin de aplicabilidad al día a día es precisamente el motor de desarrollo de metodologías de aprendizaje como el ABP. Los alumnos se enfrentarán a un reto de la realidad de su entorno y compartirán con sus compañeros un objetivo común de resolución a lo largo de un proyecto. Durante la trayectoria de resolución aprenderán y aplicarán conocimientos y herramientas matemáticas. En el caso de este proyecto interdisciplinar también tendrán la oportunidad de investigar y explicar hechos naturales (clima, ciclo del agua, precipitaciones), como parte de la competencia básica en ciencia, y tendrán que pensar en términos tecnológicos para dar soluciones a ciertas necesidades humanas (riego del huerto).

Durante el proyecto los alumnos aplicarán procesos matemáticos a distintos contextos, como el de calcular estimación de precipitaciones, determinar temperaturas medias, calcular áreas y capacidad de almacenamiento. Para ello representarán y analizarán gráficos, tendrán que interpretar y emitir juicios acerca de los resultados obtenidos, tomar decisiones basadas en argumentos, utilizar y manipular herramientas tecnológicas, tanto para el procesado de datos y representación gráfica, como para medir temperaturas y precipitaciones.

El hecho de trabajar con datos reales y de fuentes fiables, y la necesidad de verificar los resultados de

sus razonamientos matemáticos permitirá el desarrollo de actitudes y valores basados en el rigor, la validación de datos y su veracidad.

### **Competencia digital (CD)**

Esta competencia estará vigente a lo largo de todo el proyecto, no sólo a causa del bloque 5 de ‘Tecnologías de la Información y la Comunicación’ del currículo de la asignatura de Tecnología, sino también porque los alumnos usaran TICs para buscar, obtener y tratar información para sus investigaciones, para aprender, para compartir y difundir su trabajo a través de una plataforma de cooperación online. También usarán herramientas informáticas para trabajar con datos, para representarlos gráficamente y para documentar la resolución de tareas (creación de contenidos digitales). En el proceso de usar todos estos medios se les enseñará a tener una actitud crítica hacia la información y la tecnología, y a hacer un uso ético y responsable de las plataformas digitales.

### **Competencia para aprender a aprender (CPAA)**

Esta es una de las competencias principales que ayudan a desarrollar las metodologías activas, el ABP en este caso. Para completar el proyecto los alumnos tendrán que involucrarse y tomar responsabilidad del progreso de su aprendizaje, tendrán que organizar su tiempo y el trabajo en las tareas para alcanzar un objetivo común de manera colaborativa.

El proceso del ABP requiere reflexionar sobre lo que uno ya sabe, lo que desconoce y acerca de cómo utilizar lo que ya sabe, pero también cómo aprender acerca de lo que desconoce.

La motivación y la confianza son cruciales para la adquisición de esta competencia y el ABP se caracteriza por incrementar la motivación y al autoestima.

### **Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor (SIE)**

Esta competencia gira en torno a transformar ideas en actos, que es precisamente lo que los estudiantes necesitarán hacer durante el recorrido del proyecto, para entender qué fuentes de agua tienen a sus disposición, idear cómo obtener agua para el riego de manera sostenible y diseñar su recogida y uso.

Como se verá en la sección referente a las fases del ABP, los alumnos tendrán que planificar, organizar y gestionar su trabajo, tendrán que adaptarse a cambios y resolver problemas, tendrán que debatir, negociar, comunicar y presentar sus propuestas actuando de manera creativa y también evaluarán y se autoevaluarán. Todas ellas propiedades de esta competencia.

### **Competencias sociales y cívicas (CSC)**

Esta es otra de las competencias intrínsecas y que se desarrollan en el aprendizaje cooperativo y basado en proyectos, puesto que requieren la capacidad de relacionarse con otros, de manera activa. La asignación de roles y responsabilidades a todos los miembros de los equipos fomentan esa implicación activa. Todas las actividades de desarrollo del proyecto piloto requerirán del diálogo y debate dentro y fuera de los equipos, de ser capaces de apreciar otros puntos de vista, de comunicar de manera constructiva en pro de alcanzar el objetivo final con éxito como parte de un equipo.

Cómo se verá más adelante, la creación de equipos atenderá especialmente a la diversidad dentro de cada equipo, a juntar alumnos que pueden incluso no llevarse bien, para que se enfrenten al reto de encontrar la manera de superar prejuicios y diferencias.

Adicionalmente, el proyecto en sí involucra un tema de bienestar social, al tratar la gestión y consumo del agua, que es un bien común básico, de manera responsable y sostenible, lo cual repercutirá en el bien de toda la sociedad.

### **Conciencia y expresiones culturales (CEC)**

Esta competencia me resulta especialmente difícil de justificar con ejemplos concretos del desarrollo del ABP piloto y es por ello que no he asociado esta competencia a ninguna de las tareas.

Por otra parte, dada la características de alumnado y su diversidad de procedencias, habrá un componente cultural propio de la etnia a la que pertenezcan. Eso implicará diferentes habilidades de pensamiento, expresivas y diferentes percepciones ante un mismo tópico. Y se hará necesario el respeto a la diversidad cultural y de creencias, para facilitar la convivencia en el aula y el trabajo colaborativo. Me resulta complicado distinguir si esto realmente forma parte de la competencia de ‘conciencia y expresiones culturales’, que me parece estar más ligada a las expresiones artísticas (música, literatura, pintura, teatro ...). Por lo tanto he excluido esta competencia de las tareas.

### **Elementos curriculares**

La LOMCE de 2015 ya decía «*El currículo de Matemáticas no debe verse como un conjunto de bloques independientes. Es necesario que se desarrolle de forma global, pensando en las conexiones internas de la materia.*» (Consejería Educación Junta CyL, 2015), lo cual sigue en vigor con la nueva ley LOMLOE. De acuerdo a la ley, este ABP piloto no se limita a un solo bloque del currículo de Matemáticas, sino que incorpora elementos de los bloques de ‘Números y Álgebra’, ‘Geometría’, ‘Funciones’ y ‘Estadística y Probabilidad’ haciendo uso del primer bloque de ‘Procesos, métodos y actitudes matemáticas’ como hilo de conexión entre los otro cuarto bloques, gracias a sus cuatro ejes transversales (Consejería Educación Junta CyL, 2015):

- la resolución de problema, más allá de lo rutinario y previsible
- el planteamiento y ejecución de investigaciones matemáticas
- modelar e interpretar la realidad a través de la matemática
- aplicar y utilizar distintos métodos tecnológicos y, sobre todo, informáticos.

A lo largo del desarrollo del proyecto piloto los alumnos tendrán la oportunidad de utilizar y afianzar sus conocimientos en los siguientes bloques y contenidos (Consejería Educación Junta CyL, 2015):

### **Bloque 1. Contenidos comunes (Procesos, métodos y actitudes matemáticas)**

- Planificación del proceso de resolución de problemas.
- Elección de las estrategias y procedimientos puestos en práctica.
- Reflexión sobre los resultados.
- Expresión verbal y escrita en matemáticas.
- Práctica de los procesos de matematización en contextos de la realidad y en contextos matemáticos.
- Iniciación en el planteamiento de pequeñas investigaciones matemáticas.
- Confianza en las propias capacidades para desarrollar actitudes adecuadas y afrontar las dificultades propias del trabajo de la materia.
- Utilización de medios tecnológicos en el proceso de aprendizaje para:
  - la recogida ordenada y la organización de datos mediante tablas
  - la elaboración y creación de representaciones gráficas de datos numéricos, funcionales o estadísticos (gráficas de funciones, diagramas de sectores, barras,...)
  - facilitar la comprensión de propiedades geométricas o funcionales y la realización de cálculos de tipo numérico, algebraico o estadístico
  - la elaboración de predicciones sobre situaciones matemáticas diversas
  - la elaboración de informes y documentos sobre los procesos llevados a cabo y los resultados y conclusiones obtenidos.

### **Bloque 2. Números y Álgebra**

- Números negativos. Significado y utilización en contextos reales.
- Números enteros. Representación, ordenación en la recta numérica y operaciones.
- Cálculos con porcentajes. Razón y proporción. Magnitudes directamente proporcionales. Constante de proporcionalidad.
- Resolución de problemas en los que intervenga la proporcionalidad directa. Utilización de manera apropiada de la proporcionalidad directa. Repartos directamente proporcionales.
- Resolución de problemas, análisis e interpretación crítica de las soluciones.

### **Bloque 3. Geometría**

- Figuras planas triángulo, cuadrado, figuras poligonales.
- Medida y cálculo de ángulos de figuras planas. Cálculo de áreas y perímetros de figuras planas. Cálculo de áreas por descomposición en figuras simples.

### **Bloque 4. Funciones**

- Coordenadas cartesianas: representación e identificación de puntos en un sistema de ejes coordenados.
- Reconocimiento de las funciones lineales subyacentes en las relaciones de proporcionalidad directa, analogía entre la pendiente y la constante de proporcionalidad.
- Interpretación de relaciones establecidas en fenómenos de la naturaleza y de la vida cotidiana, dados mediante tablas y graficas, correspondientes a otras funciones
- Utilización de programas de ordenador para la construcción e interpretación de graficas.

### **Bloque 5. Estadística y Probabilidad**

- Población e individuo. Muestra.
- Variables estadísticas.
- Frecuencias absolutas y relativas. Organización en tablas de datos recogidos en una experiencia. Diagramas de barras, y de sectores. Polígonos de frecuencias.
- Medidas de tendencia central.

A pesar de que este TFM se centra en la asignatura de Matemáticas, dado el carácter interdisciplinar de la propuesta educativa a la que contribuye, me parece necesario mencionar los elementos del currículo actual (LOMCE) más relevantes de las asignaturas de Geografía e Historia y Tecnología, para poner en contexto el proyecto en su conjunto y, también, justificar los contenidos de matemáticas indicados anteriormente.

### **Asignatura de Geografía e Historia**

#### **Bloque 1. El medio físico**

- El clima. Elementos, factores, características y distribución.
- Aguas y formaciones vegetales.
- Localización de las principales zonas bioclimáticas del mundo, con especial atención al territorio español y europeo.
- Análisis de las interacciones del hombre y el medio. Riesgos naturales, degradación y políticas correctoras.

El tema del ABP piloto dará oportunidad a hacer referencia a contenidos curriculares relativos a agua,

agricultura en las primeras civilizaciones (Mesopotamia, Egipto, Grecia y Roma), aunque no serán los principales contenidos objeto del ABP.

### **Asignatura de Tecnología**

#### **Bloque 1. Proceso de resolución de problemas tecnológicos**

- La Tecnología. El proceso de resolución técnica de problemas. El proceso inventivo y de diseño: elaboración de ideas y búsqueda de soluciones. Introducción al proyecto técnico y sus fases.
- Cooperación para la resolución de problemas: distribución de responsabilidades y tareas. Técnicas de trabajo en equipo.
- Diseño, planificación y construcción de prototipos sencillos mediante el método de proyectos.
- Herramientas informáticas para la elaboración y difusión de un proyecto.
- Impacto medioambiental del proceso tecnológico.

#### **Bloque 5. Tecnologías de la Información y la Comunicación**

- Almacenamiento, organización y recuperación de la información en soportes físicos, locales y extraíbles.
- Instalación de programas informáticos básicos.
- Internet: conceptos básicos, terminología, estructura y funcionamiento.
- El ordenador como medio de comunicación: Internet y paginas web. Herramientas para la difusión, intercambio y búsqueda de información.
- El ordenador como herramienta de expresión y comunicación de ideas: terminología y procedimientos básicos referidos a programas de edición de texto y de edición de presentaciones técnicas.
- Seguridad básica en el uso de equipamiento electrónico e informático. Seguridad básica en la publicación e intercambio de información.

### **Calendario del ABP**

En cuanto a la duración y momento de desarrollo del ABP piloto se propone lo siguiente:

Duración del proyecto: 8 semanas hasta la fecha de presentación en el aula y una última semana de evaluación, con 3h semanales consecutivos cada viernes dedicadas a trabajo en el proyecto en el aula.

Fecha de comienzo del proyecto: 21 de octubre 2022

Fecha de presentación del producto del proyecto: 9 de diciembre de 2022

Fecha de difusión y cierre del proyecto (tras evaluación): 16 de diciembre de 2022

Antes del proyecto: se utilizarán las 6 semanas de los meses de septiembre y octubre para:

- conocer mejor a la clase, a sus alumnos, completar las actividades de valoración de los alumnos propias del principio de curso. Esto permitirá crear grupos de trabajo más apropiados para el proyecto, como describiré más adelante.
- realizar un test sociométrico para entender la estructura de grupo y la relación entre individuos.
- realizar un test de VARK (visual, auditory, reading/writing and kinesthetic) para entender el estilo de aprendizaje de los alumnos.
- desarrollar el trabajo de preparación del proyecto por parte de los docentes.

Otras consideraciones temporales:

- Realizar el primer ABP piloto en el primer trimestre ayuda a crear lazos y cohesión entre los alumnos desde el principio del curso, gracias al trabajo cooperativo, y antes de que se afiancen en subgrupos de amistad pequeños. Además nos otorga la oportunidad de tener suficiente tiempo el resto del curso para analizar y reflexionar sobre los resultados del primer ABP piloto, identificar cuáles son las mejoras y ajustes necesarios y aplicar todos esos aprendizajes a un segundo ABP de prueba de concepto en el mismo curso académico.
- Empezar a finales de octubre y finalizar justo antes de Navidad nos permite beneficiarnos de las actividades de final de trimestre para socializar y difundir el resultado del proyecto. El viernes 9 de diciembre se utilizará para la presentación, difusión y socialización por parte de los alumnos de los resultados del proyecto.
- Completar este primer proyecto en diciembre, deja abierta la oportunidad de utilizar el producto final del proyecto en la implementación del huerto urbano del IES y así contribuir a optimizar el riego del huerto a partir de primavera cuando se llevarán a cabo muchas de las tareas de horticultura.

## Formación de equipos

Lo descrito a continuación está influenciado por el MOOC acerca de aprendizaje cooperativo del Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado (INTEF), publicado en su canal de YouTube y referenciado en la bibliografía (INTEF, 2016a), (INTEF, 2016b), (INTEF, 2016c) y (INTEF, 2016d).

Es posible que el diseño de equipos y su colocación parezcan asuntos triviales. Lejos de ser algo trivial, está ampliamente estudiado cómo es crítico para el buen o mal funcionamiento del trabajo cooperativo y cómo influye en el éxito o fracaso del aprendizaje alcanzado por todos los alumnos. Es por ello que he considerado adecuado dedicar tiempo a la recogida de información al respecto de la formación de equipos, la reflexión acerca de su aplicabilidad a la propuesta de este TFM y a su documentación en varias páginas, que confió no

resulten excesivas.

En el caso de una propuesta interdisciplinar, como la de este TFM, la formación de equipos y asignación de roles ha de hacerse de manera consensuada entre todos los docentes implicados. Incluso sería aconsejable socializarla con otros profesores del grupo de alumnos aunque no estén involucrados en el proyecto, con el objetivo de contrastar si la agrupaciones resultan adecuadas en base a las experiencias de otros docentes con ese mismo grupo de alumnos.

En el proceso de diseñar cómo agrupar al alumnado en equipos puede ser que utilidad responder a las siguientes 6 preguntas para determinar con qué tipo de grupos se va a trabajar:

- ¿Grupos homogéneos o heterogéneos?

En el caso de la propuesta documentada en este TFM lo más adecuado y acorde con los objetivos de la misma es formar grupos heterogéneos. Dos buenas razones para ello es porque se pretende sacar el máximo partido a la cooperación en el aula y porque se aboga por replicar dentro del aula la heterogeneidad de la vida real fuera del aula. La heterogeneidad ligada a la diversidad es una oportunidad de aprendizaje y, por lo tanto, necesaria en los grupos de trabajo de este proyecto.

- ¿Cuántos miembros tendrán los grupos?

El número de alumnos que se asignan a cada grupo puede depender de muchos diversos criterios, desde los objetivos a alcanzar, la experiencia del alumno, su perfil cooperativo, las tareas a desarrollar, el tiempo disponible, los recursos disponibles (incluido el tiempo disponible del docente) ...

Cuanto menos destreza tienen los alumnos trabajando de manera cooperativa más adecuado es crear grupos pequeños. El inconveniente de crear grupos pequeños es garantizar el nivel deseado de diversidad y heterogeneidad en los equipos. También supone un inconveniente cuando el número de docentes disponibles en el aula es sólo uno, pues complica su capacidad para atender a todos los grupos. Si los equipos contienen mayor número de miembros y más alta heterogeneidad es más factible que en cada uno de los grupos haya un alumno capaz de prestar ayuda a sus compañeros y así facilitar el trabajo más autónomo e independiente de la ayuda del profesor.

A menudo se considera que el tamaño óptimo es de cuatro alumnos por grupo, lo que garantiza suficiente heterogeneidad y proporciona la ventaja de poder subdividirlo en parejas para el trabajo en ciertas tareas. También a veces se desaconseja la formación de equipos de cinco alumnos, ya que se consideran demasiado grandes y que pueden llevar con facilidad al aislamiento de uno de los miembros.

A pesar de todo ello, considerando el tamaño de la clase (en torno a 20 alumnos) y el tiempo limitado del que se dispone para completar el ABP, parece más adecuado crear grupos de cinco alumnos con el

objetivo de minimizar el número de grupos y optimizar el tiempo requerido para atender a los distintos grupos y el tiempo requerido por los grupos para exponer sus resultados intermedios y finales. Es por este motivo que para la implementación del ABP piloto se propone comenzar por crear equipos de cinco alumnos. Si a lo largo del progreso del ABP se considera que el tamaño de los equipos es un obstáculo al buen funcionamiento del aula y del proyecto, se podrían reestructurar los equipos.

- ¿Duración del agrupamiento?

Los miembros de cada equipo trabajarán juntos durante la duración del ABP.

Esta duración también permitirá dar suficiente tiempo a los miembros de cada equipo para acostumbrarse a trabajar en colaboración con sus compañeros. Es importante tener en cuenta que el desarrollo de un grupo de trabajo nuevo pasa por varias etapas antes de ser eficiente. Estas etapas son (Robbins, 2004):

Formación → Tormenta → Normalización → Desempeño → Disolución

De manera que es aconsejable que los grupos permanezcan trabajando juntos el suficiente tiempo para superar las etapas de formación y tormenta y llegar a las etapas de normalización y desempeño antes de disolverse,

Al mismo tiempo la duración del ABP no es una duración excesiva que pueda comprometer la dinámica de cooperación del grupo, lo cual no supondrá un inconveniente a que los grupos permanezcan durante todo el ABP.

- ¿Cómo distribuir a los alumnos en equipos?

Para la distribución de alumnos en equipos se aconseja seguir un proceso de cuatro fases.

Este proceso está precedido por la decisión de número de alumnos por grupo tomada en la pregunta anterior y la elección de criterios que se seguirán para distribuir a los alumnos. Hay una gran variedad de criterios que se podrán tener en cuenta, como son:

- Género
- Etnia
- Nivel de integración
- Perfil de inteligencia
- Motivación
- Desempeño académico
- Destrezas cooperativas
- Actitud cooperativa

- Nivel de disrupción.

Es imposible compatibilizar todos los criterios y tampoco es posible crear grupos perfectos, con lo cuál no es rentable dedicar un gran esfuerzo a intentar incluir todos los criterios en la distribución de alumnos. Se aconseja por lo tanto, seleccionar dos o tres criterios prioritarios y comenzar la formación de grupos con ellos.

En el contexto de este TFM parece adecuado dar prioridad a organizar los alumnos comenzando por atender a los criterios de desempeño académico y actitud cooperativa, con el objetivo de procurar tener en todos los grupos al menos un alumno capaz de prestar ayuda y así disminuir la dependencia del grupo con el profesor. Es posible que la categorización basada en estos criterios se dificulte dada la naturaleza interdisciplinar del proyecto, ya que los alumnos no tienen porque presentar el mismo nivel de desempeño académico en todas las asignaturas. En ese caso los profesores habrán de aplicar su mejor juicio.

Una vez seleccionados la capacidad de desempeño y de cooperación como los criterios prioritarios, en una primera fase del modelo de formación de equipos se identificarán quiénes son los alumnos más capaces de prestar ayuda y quiénes son los que necesitan más ayuda. Entre medias de ambos tendremos todos los alumnos que no caen en ninguno de los extremos.

En una segunda fase se considera a los alumnos como parejas en lugar de individuos, ya que es muy posible que es ocasiones trabajen por parejas dentro del grupo.

Se ha de prestar atención a las situaciones dentro de las zonas de desarrollo próximo, para evitar poner a trabajar juntos a alumnos que están muy distantes en sus capacidades. En su lugar hay que buscar para cada uno de ellos un alumno de nivel medio que tenga un nivel más cercano aunque siempre combinando alumnos de más altas capacidades con los de más bajas capacidades. Es decir, alumnos de nivel medio-alto con uno de los alumnos del grupo de más bajas capacidades y alumnos de nivel medio-bajo con alumnos del grupo de más altas capacidades, garantizando de esta manera que la brecha entre ellos no sea tan grande que dificulte el trabajo en común.

En la tercera fase se considerarán otros criterios, distintos de los que priorizados, pero importantes para la situación de aprendizaje que queremos fomentar. En el caso de este TFM los criterios de género y etnia son muy importantes, pues se desea favorecer la inclusión a base de crear grupos de trabajo lo más heterogéneos posibles. En el caso de que los grupos resultantes de la distribución hecha en la tercera fase no presenten suficiente diversidad de etnia y género en esta cuarta fase se cambiaran alumnos de grupo, manteniendo los intercambios siempre dentro del mismo nivel de capacidad establecido en la fase anterior, para conseguir este reparto más equitativo de alumnos de distintas etnias y distinto género. El objetivo es conseguir una representación similar de etnia y genero en todos los equipos, pero manteniendo niveles de capacidades académicas y cooperativas equilibradas en todos los equipos.

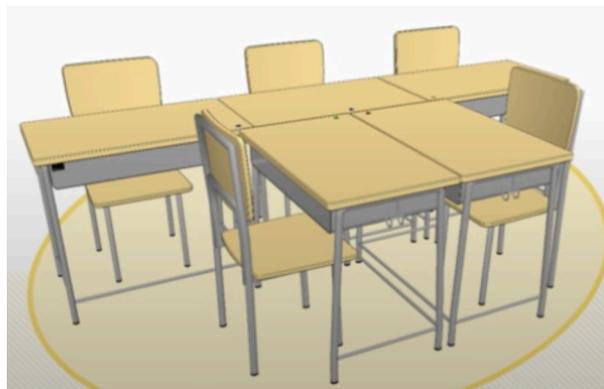
En la cuarta y última fase se aplica sentido común, es decir, tener en cuenta los aspectos no representados en los criterios, pero conocidos por los profesores, como por ejemplo que haya alumnos que se distraigan mucho cuando trabajan juntos y que estén en el mismo equipo. Ha de procurarse que, en lo posible, los cambios se hagan sin deshacer el trabajo hecho en las fases anteriores. Aunque si el sentido común de los docentes requiere romper ese equilibrio, probablemente lo mejor sea atender a lo que el sentido común dice.

- ¿Cómo se dispondrá el aula?

Con el propósito de contestar a esta pregunta de acuerdo una situación de normalidad sanitaria, que es la que se espera prevalezca en los próximos años académicos cuando esta propuesta pueda ser adoptada, se asume que no es necesario tener en cuenta protocolos de distanciamiento social dentro del aula.

Se definen cuatro premisas básicas a la hora de colocación de los equipos dentro del aula:

- Proximidad: para que los alumnos que trabajan juntos estén lo más cercanos posible, para fomentar la interacción, el diálogo, el intercambio de apoyo y de recursos. Para ello se propone adoptar la siguiente colocación de los pupitres de cada grupo de cinco alumnos:



*Figura 5: disposición de pupitres para grupos de cinco  
(Fuente: MOOC INTEF Aprendizaje Cooperativo video 1.4)*

Un potencial inconveniente de esta organización de los pupitres es que al ser tan ancha puede desfavorecer la movilidad por la clase y la visibilidad de otros grupos. La facilidad de la colocación de pupitres propuesta dependerá del tamaño del aula. De modo que es un factor a considerar y rediseñar en cada caso concreto.

Esta disposición de los pupitres permite mejorar la visibilidad de la pizarra y la recuperación de la atención, también favorece la comunicación e interacción entre los miembros del equipo.

- Movilidad: asegurar una distancia mínima entre grupo para que los estudiante y docente se puedan mover fácilmente y el acceso a todos lo grupos sea fácil, para favorecer el nivel de atención del alumnado. Es necesario que se cuide la posición que ocupan los alumnos con más necesidad de apoyo, para poder monitorearles más fácilmente y acceder a ellos sin gran dificultad e incluso sentarnos en una silla a su lado.
- Visibilidad: todos los estudiantes han de poder ver, de manera cómoda, al docente en la posición desde la que suele explicar o dar instrucciones para todos los alumnos. Disposición de espiga, colocando oblicuamente a los grupos laterales.
- Flexibilidad: ninguna colocación va a ser idónea para todas las situaciones que se van a dar a lo largo del proceso de enseñanza-aprendizaje. Ni si quiera se puede asumir que la colocación de pupitres propuesta más arriba para los grupos de cinco miembros sea siempre factible, ni siempre la más adecuada. Se ha de prever que la disposición de pupitres no va a ser estática a lo largo de todo proyecto y que puede tener que ser transformada para facilitar distintas dinámicas de aprendizaje en el aula. Es posible que en momentos puntuales necesitemos recurrir a la disposición clásica de pupitres individuales en filas y columnas y orientados al encerado. Es muy importante incluir en la fase iniciación del ABP la política de colocación y cambios de colocación de los pupitres, para que los alumnos sean conscientes de la necesidad de flexibilidad, pero siguiendo normas y criterios preestablecidos por los docentes. Para que los posibles cambios siempre resulten ágiles es importante, no sólo informar a los alumnos, sino también considerar que posibles disposiciones del alumnado se requerirán a lo largo del proyecto. En el caso de este proyecto, no se prevé la necesidad de separar los pupitres para las tareas que requieran trabajo individual y en las ocasiones que se requiera trabajar por tareas o tríos, la colocación de pupitres propuesta sólo requeriría que los dos alumnos central se girasen sus sillas 90 grados para encontrarse cara a car con su compañero o compañeros.
- ¿Cómo se colocarán los alumnos dentro del grupo?

El lugar que el estudiante ocupa en relación con sus compañeros va a condicionar cómo trabaja con cada uno de ellos. Los alumnos que se encuentran hombro con hombro tienden a trabajar juntos cuando las tareas se basan en materiales escritos. Mientras que cuando las actividades son de tipo oral, suelen interactuar más los alumnos que tienen enfrente. Es muy poco frecuente que trabajen juntos alumnos que están en diagonal. Con todo esto en mente, sería deseable que los alumnos de niveles más distante (altos y bajos) se dispongan en posiciones en diagonal, para favorecer que ambos trabajen más a menudo con alumnos de niveles medios más cercanos a su propio nivel. Aunque los grupos han de ser diversos, el trabajo por parejas ha de evitar las diferencias más extremas para cuidar las zonas de desarrollo próximo

## Asignación de roles

Lo descrito a continuación también está influenciado por el MOOC acerca de aprendizaje cooperativo del INTEF (INTEF, 2016a), (INTEF, 2016b), (INTEF, 2016c) y (INTEF, 2016d).

Igual que en la formación de equipos, el proceso de asignación de roles ha de hacerse de manera consensuada entre todos los docentes implicados en la propuesta interdisciplinar.

La asignación de roles y responsabilidades claras ayuda a mejorar el funcionamiento de los equipos, ya que clarifican cuál es el papel de cada miembro. También facilita la autorregulación grupal, es decir, que el equipo sea capaz de resolver la mayoría de sus dudas entre ellos, sin recurrir al docente. Este factor es clave en la gestión de la diversidad ya que cuanto más autónomos sean los alumnos gracias al trabajo en equipo y el aprovechamiento de los roles, más sencillo será para los docentes prestar más atención a los alumnos que lo necesiten y más oportunidades tendrán de diversificar propuestas adaptadas a las necesidades de los alumnos.

Existe una extensa literatura acerca de los roles que se pueden definir dentro de los equipos cuando se trabaja de manera cooperativa. En esta ocasión, propongo la asignación de los roles indicados a continuación, aunque la propuesta deberá ser revisada en el momento de la implementación y valorar si todos los roles son necesarios y si las responsabilidades son las adecuadas:

### Portavoz

- Actúa de enlace de comunicación entre el equipo y el profesor. Se encarga de hacer las preguntas al profesor y de comunicar las respuestas de vuelta al equipo, si no estuviesen presentes todos los miembros durante la comunicación con el profesor. También se ocupa de trasladar las preguntas y tras comunicaciones del profesor al resto del equipo.
- Actúa de enlace de comunicación entre el equipo y el resto de compañeros en la clase. Se encarga de presentar a la clase en nombre del equipo las tareas realizadas.
- Busca ayuda fuera del equipo cuando sea necesario, pero se asegura que primero se ha buscado ayuda dentro del equipo, fomentando así la comunicación interna.

### Coordinador

- Su responsabilidad es conocer claramente las tareas a realizar, indicar a sus compañeros en qué tareas han de estar trabajando en todos los momentos a lo largo del proyecto y verificar que todos cumplen las tareas asignadas y que se siguen los pasos adecuados.
- Se asegura de animar al equipo en su avance a lo largo del proyecto y de repartir el turno de palabra de manera equitativa.

### Secretario

- Apoya las tareas de coordinación recordando al equipo las tareas pendientes y los compromisos como equipo y como individuos.
- Comprueba que todos toman nota de las tareas y que trabajan en ellas.
- Supervisa el plan de trabajo del equipo y actualiza el diario del equipo con los detalles del trabajo realizado.

#### Moderador

- Sus responsabilidades aseguran el buen orden.
- Vigila que el espacio de trabajo esté limpio y recogido.
- Custodia los materiales, los distribuye y también los recoge.
- Supervisa que el nivel de ruido con el que trabaja el equipo.
- Controla el tiempo y se lo comunica al equipo.

#### Crítico

- Su mayor responsabilidad es acertar con el diagnóstico del estado y calidad del trabajo en equipo para que el grupo mejore y avance apropiadamente.
- Analiza las relaciones entre los miembros del equipo y la ejecución de cada rol.
- Para hacer su valoración se asesora conversando con el equipo, con otros compañeros de clase y con el profesor. Es un rol dialogante y busca mejorar la cohesión del grupo.
- Se encarga de dirigir la evaluación grupal.

Los roles propuestos cubren áreas de actuación diferentes pero complementarias entre ellas con el objetivo de generar interdependencia positiva entre los miembros del grupo, porque todos los roles son necesarios para progresar en el proyecto, y todos los miembros son necesarios para el desarrollo de los trabajos.

Jugar un cierto rol, entender el rol de los compañeros y respetarlo supone un aprendizaje en sí mismo, que no es sencillo. En el aprendizaje cooperativo es imprescindible crear un sentimiento de grupo. Por lo tanto es importante explicar los roles, con demostraciones concretas de sus responsabilidades y también evaluar a cada individuo de acuerdo al progreso hecho en el desempeño de su papel. Como docente es también importante evaluar la asignación de roles de manera periódica y rotar roles entre alumnos en proyecto suficientemente largos o cuando se cambie de proyecto.

Es importante aclarar que todos los miembros del grupo trabajan en la resolución de tareas y en su documentación, los roles determinan que papel juega cada miembro en garantizar que, entre todos, completen las tareas de manera satisfactoria. Los roles no eximen a ninguno de los componentes del equipo de hacer trabajo tangible. Ese es también un concepto importante que se ha de explicar y transmitir en la fase de iniciación del ABP.

## Tareas del ABP piloto

A continuación se detallan las 5 tareas que guiarán el progreso de ejecución del ABP piloto. Las tareas se centran principalmente en el área de Matemáticas, aunque con eventuales matices y referencias a preguntas relativas a las asignaturas de Geografía e Historia y Tecnología cuando sean necesarias para dar suficiente contexto a las actividades matemáticas. Por el carácter interdisciplinar del proyecto, no es posible desligar por completo las tres asignaturas. Por otra parte, cada una de las tareas se podría extender para detallar aspectos específicos de las otras dos asignaturas, lo cual no es el propósito de este TFM, sino que se propone como una de las líneas futuras en la sección correspondiente de este documento.

Para cada tarea se describe lo siguiente:

- enunciado
- objetivo
- entregable
- conocimientos requeridos del currículo de Matemáticas
- conocimientos requeridos de otras asignaturas
- competencias clave que contribuye a desarrollar la tarea

En todas la tareas se practican las habilidades comunes del bloque 1 del currículo de matemática, las cuales se omiten por razones de concreción y claridad.

Las referencias a los conocimientos requeridos de las otras dos asignaturas, se hacen sin entrar en el detalle curricular al mismo nivel que se hace en el caso de los conocimientos requeridos de Matemáticas.

La manera en la que se gestionará y se llevará cabo la tarea en el aula se describe más adelante cuando se cubre la fase 2 de ejecución del ABP.

Como se explicará en la fase 1 del desarrollo del ABP, se asume que el IES dispone de una licencia de uso de G-Suite u otra plataforma de cooperación similar, que permita trabajar de manera cooperativa en documentos de distintos tipos, compartir documentos, usar hojas de cálculo, crear cuestionarios, crear espacios o carpetas de trabajo por equipos, controlar y gestionar el acceso. Cada equipo subirá a su espacio en la plataforma de cooperación los entregables para cada una de las tareas, creando un portfolio. Independientemente de cuál sea el formato y soporte elegido por los alumnos para documentar cada tarea, esta deberá ser convertible a formato electrónico, a través de una foto por ejemplo, para poder subirlo a su espacio de trabajo.

### TAREA 1: Identificar los recursos hídricos disponibles

[T1] **Discutid dentro del equipo y luego debatid con el resto de la clase qué fuentes de agua hay**

### disponibles en el IES.

Para el desarrollo de esta tarea los docentes facilitarán una lluvia de ideas por equipos. La lluvia de ideas será guiada por las siguientes preguntas que se entregarán, de manera secuencial en tres pasos, a los equipos. Se permitirán unos minutos por cada pregunta para investigar en internet, si fuese necesario:

- ¿Cuáles son las fuentes de agua apta para el riego de la huerta de la que disponemos dentro de los confines IES?
- Considera el ciclo del agua, ¿podríamos disponer de alguna otra procedencia de agua para regar el huerto?
- ¿Habíais identificado la lluvia como un posible recurso de riego? ¿Cómo podríamos usar el agua de lluvia para regar el huerto?

### [T1] Objetivo final de la lluvia de ideas

A través del debate, aunque de manera guiada, alcanzar un punto de consenso por el que se acuerda continuar con el proyecto considerando que el recurso hídrico sostenible y alternativo al agua canalizada disponible en el IES es el agua de lluvia y que la manera más eficiente de hacer uso del agua de lluvia es recoger el agua que cae en los extensos tejados del IES.

### [T1] Entregable

Cada equipo ha de documentar, en el formato y soporte de su elección, las contestaciones consensuadas y razonadas a las tres preguntas, citando las fuentes de información utilizadas, si fuese el caso.

### [T1] Conocimientos de Matemáticas requeridos

Ninguno

### [T1] Conocimientos de otras asignaturas requeridos

- [Geografía e Historia] El ciclo del agua.
- [Tecnología] El uso de Internet para hacer búsquedas eficientes y seguras. Los indicadores que pueden ayudar a validar la veracidad y exactitud de información encontrada en Internet, para consumir información y datos más fiables y apropiadas para ser citadas como fuentes consultadas. Uso de un espacio de trabajo común y de colaboración en la red.

### [T1] Competencias clave trabajadas

CCL, CD, CPAA, CSC

## TAREA 2: Investigar cómo determinar cantidades de lluvia y de riego

### [T2] Investigad cómo determinar la cantidad de agua de lluvia disponible para el riego y cómo saber cuánta agua de riego requerirá el huerto del IES

Comenzar por dejar a los alumnos deliberar acerca de cómo medir el agua de lluvia. En Geografía e Historia habrán descubierto los pluviómetros, así como otros instrumentos meteorológicos de medida. Quizás propongan construir un pluviómetro en Tecnología.

Ayudar a los alumnos a distinguir entre medir futuras cantidades de agua de lluvia, para lo cual construir un pluviómetro sería de utilidad, y conocer el agua de lluvia caída en el pasado para estimar potenciales lluvias esperadas en el futuro. En el primer caso requerirían de un año entero para tomar medidas, pero están limitados por las ocho semanas de duración de este proyecto. En el segundo de los casos podrían utilizar datos meteorológicos de años pasados, del tipo estudiados en los climogramas del clima en el mundo en Geografía e Historia.

Para poder determinar cuánta agua de riego requerirá el huerto los alumnos tendrán que preguntarse acerca del tamaño del huerto, qué se planea plantar en el huerto en cada época del año y qué necesidades de riego tienen los productos plantados en cada periodo de tiempo. Idealmente los alumnos hablarían con 'expertos', bien sean individuos del IES, de la asociación vecinal involucrados en el proyecto del huerto y/o familiares y conocidos que tengan experiencia en el tema. Esta comunicación se podría facilitar invitando a alguno de ellos al aula para que los alumnos puedan hacer preguntas.

### [T2] Objetivo final de la tarea

A través del diálogo, el intercambio de ideas y la búsqueda en Internet, cada equipo deberá documentar qué herramientas y conocimientos planea utilizar para determinar la cantidad de agua de lluvia disponible y la cantidad de agua de riego requerida, explicando qué parámetros, datos, tipos de magnitudes y medidas requieren para hacer los cálculos. La realización de los cálculos no es objetivo de esta tarea.

### [T2] Entregable

Cada equipo ha de documentar, en el formato y soporte de su elección, los resultados y conclusiones de su investigación y citar las fuentes consultadas cuando sea necesario.

### [T2] Conocimientos de Matemáticas requeridos

- Magnitudes y medidas (Bloque 2 – Números y Álgebra): para poder discutir cantidades de agua medidas en litros (l o dl, cl ...) o en medidas cúbicas de volumen ( $m^3$ ,  $cm^3$  ...) o cantidad de precipitaciones medidas en milímetros (mm). La equivalencia entre cada milímetro (mm) de lluvia y

un litro (l) de agua de lluvia caído por metro cuadrado ( $m^2$ ) se habrá explicado en Geografía e Historia al hablar de climogramas.

- Superficies geométricas (Bloque 3 – Geometría): para entender el tamaño del huerto, considerar las superficies sobre las que caerá agua y sus formas geométricas.
- Proporcionalidad (Bloque 2 – Números y Álgebra): para comprender que la cantidad de agua necesaria se determinará en proporción a la superficie del huerto, que la cantidad de agua de lluvia dentro del recinto del IES es proporcional a las superficies sobre las que cae la lluvia o que hay relaciones de conversión y proporcionalidad entre las distintas magnitudes de medida
- Muestra estadística (Bloque 5 – Estadística y Probabilidad): para comprender que los datos de precipitaciones sólo se miden en un lugar concreto de un barrio o de un término municipal y no en todo el espacio del barrio o de la población, lo cual no quiere decir que haya caído exactamente la misma cantidad de agua en todas partes. Se trata de una muestra estadística.
- Valores estadísticos (Bloque 5 – Estadística y Probabilidad): para entender el papel de la estadística en extrapolar valores medidos en una muestra, como la precipitación de agua caída en un punto concreto, a toda una población, en este caso, a todos los otros puntos geográficos cercanos al punto de medida.

#### [T2] Conocimientos de otras asignaturas requeridos

- [Geografía e Historia] El uso de climogramas, su creación y su interpretación
- [Geografía e Historia] La equivalencia entre cada milímetro (mm) de lluvia y un litro (l) de agua de lluvia caído por metro cuadrado ( $m^2$ )
- [Tecnología] El uso de Internet para hacer búsquedas eficientes y seguras. Los indicadores que pueden ayudar a validar la veracidad y exactitud de información encontrada en Internet, para consumir información y datos más fiables y apropiadas para ser citadas como fuentes consultadas.

#### [T2] Competencias trabajadas

CCL, CMCT, CD, CPAA, CSC

### TAREA 3: Recogida y representación de datos

#### [T3] Recoged diariamente datos de temperaturas, almacenadlos, representadlos gráficamente e interpretadlos.

Esta es una actividad en la que parte de la ejecución es compartida entre todos los equipos y cuya duración se extiende hasta la antepenúltima semana del proyecto.

Haciendo lecturas de la temperatura marcada por el termómetro anclado en el exterior de la entrada

principal del IES, desde hoy hasta la antepenúltima semana del proyecto anotareis, durante todos los días lectivos la temperatura exterior a las horas de comienzo y final de las clases, junto con la hora de lectura. Las anotaciones las tomaran un equipo cada semana de manera rotativa. Cada equipo será responsable de la planificación de quién en el equipo anota las temperaturas, lo cual ha de quedar documentado. Todas las temperaturas se registrarán en una hoja de cálculo centralizada disponible que se creará durante las horas del proyecto con la ayuda del profesor de tecnología.

Los valores de las temperaturas se anotarán como números enteros. Es posible que sea necesario redondear al entero más cercano cuando la temperatura no sea una cifra entera exacta.

Al final de cada semana, el equipo a cargo de las anotaciones calculará y anotará en la hoja de cálculo la media aritmética semanal de las temperaturas al comienzo de las clases y la media aritmética semanal de las temperaturas al final de las clases. También calculará la diferencia entre la temperatura media al comienzo y al final, indicando si esta es positiva o negativa. Los cálculos se harán manualmente, pero se introducirán en la hoja de cálculo haciendo uso de la función correspondiente, lo cual también permitirá comprobar si los cálculos manuales fueron correctos.

Tras la última lectura de temperaturas, cada equipo ha de representar gráficamente las funciones de temperatura al comienzo del día, al final de día y la de diferencias entre el principio y final del día. Observad las gráficas e interpretadlas haciéndoos preguntas del tipo:

- ¿Progresan las temperaturas en cada gráfica siempre en ascenso o siempre en descenso?
- ¿Parecen las temperaturas semanales cambiar de manera lineal?
- ¿Sigue la diferencia de temperaturas algún patrón?
- ¿Se corresponden las temperaturas y sus variaciones con lo esperado del tipo de clima en nuestra región?

Finalmente, usando la distribución estadística de temperaturas diarias anotadas al final del día de clase:

- cread una tabla de frecuencias y representad el polígono de frecuencias correspondiente
- calculad el promedio de la distribución, la mediana, la moda, el rango y la desviación media
- comentad vuestras observaciones en vista de los resultados.

### [T3] Objetivo final de la tarea

A través del trabajo en conjunto de todos los equipos elaborar un registro de datos que permita elaborar ciertos cálculos algebraicos, calcular parámetros estadísticos y que puedan representarse gráficamente para su interpretación.

### [T3] Entregable

Durante la semana que sea su turno, cada equipo ha de documentar en su cuaderno de trabajo los datos tomados y los cálculos hechos manualmente, además de registrarlos digitalmente en una hoja de cálculo centralizada.

Adicionalmente, cada equipo ha de documentar, en el formato y soporte de su elección, los gráficos y cálculos solicitados y las interpretaciones hechas de los mismos.

### [T3] Conocimientos de Matemáticas requeridos

- Redondeo de números decimales a números enteros (Bloque 2 – Números y Álgebra): para aproximar la temperatura observada en el termómetro, potencialmente decimal, a su valor como número entero más próximo.
- Números negativos (Bloque 2 – Números y Álgebra): para anotar posibles temperaturas negativas, realizar operaciones combinadas con números enteros positivos y negativos, e interpretar y poder representar posibles números negativos resultantes de calcular diferencias de temperatura al principio y final del día de clases.
- Coordenadas cartesianas y la representación de puntos (Bloque 4 – Funciones): para representar gráficamente las medias de las temperaturas anotadas y las diferencias de temperaturas calculadas.
- Interpretación de gráficas (Bloque 4 – Funciones): para explicar el comportamiento de las temperaturas representadas gráficamente.
- Funciones lineales (Bloque 4 – Funciones): para poder afirmar si las gráficas de temperatura parecen asemejarse a las de una función lineal.
- Muestra estadística (Bloque 5 – Estadística y Probabilidad): para comprender que los datos de temperaturas anotados son una muestra de la temperatura que hay en cada momento del día y sólo en un número limitado de días.
- Parámetros estadísticos (Bloque 5 – Estadística y Probabilidad): para calcular la media aritmética de temperaturas semanales y para calcular media, mediana, moda, rango y desviación media de la distribución de datos estadísticos de temperaturas anotadas diariamente al final del día lectivo.
- Tablas de frecuencia y polígonos de frecuencias (Bloque 5 – Estadística y Probabilidad): para responder a la pregunta correspondiente a frecuencias de la distribución de datos estadísticos de temperaturas anotadas diariamente al final del día lectivo.

### [T3] Conocimientos de otras asignaturas requeridos

- [Geografía e Historia] La representación de datos climáticos (temperaturas). El clima en Castilla y León.
- [Tecnología] Uso de hojas de cálculo para la recogida de datos, realizar operaciones simples con los datos y su representación gráfica. Uso de un espacio de trabajo común y de colaboración en la red.

**[T3] Competencias trabajadas**

CCL, CMCT, CD, CCAA, SIE, CSC

**TAREA 4: Usar y explicar climogramas**

**[T4] Usad y explicad climogramas para representar datos de precipitaciones y temperatura**

El siguiente gráfico muestra las temperaturas medias y precipitaciones en Valladolid durante los últimos 30 años (fuente <https://www.meteoblue.com/>).

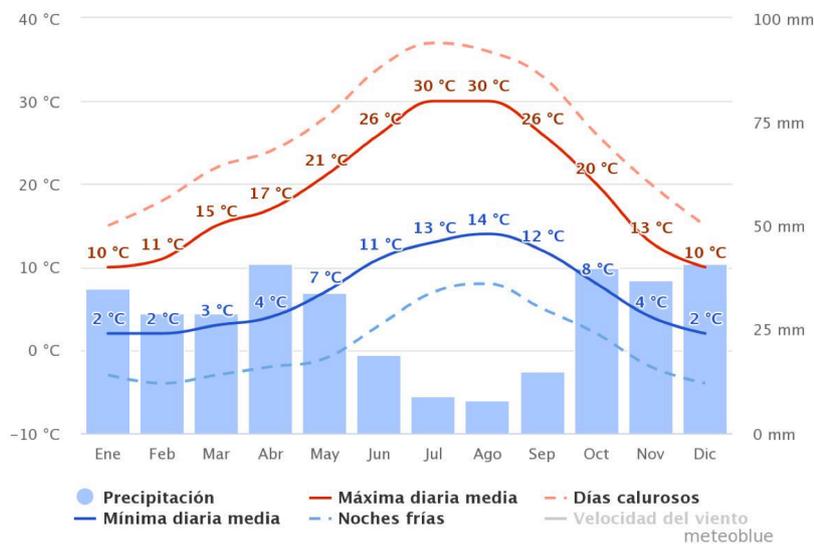


Figura 6: Precipitaciones y temperaturas en Valladolid durante 30 años (Fuente: <https://www.meteoblue.com/>)

Analizad el gráfico respondiendo a las siguientes preguntas:

- ¿Cómo se llama a este tipo de gráfico en el estudio del clima?
- ¿Qué tipo de diagramas hay representados?
- Identificad la función de temperaturas máximas, dónde crece, dónde decrece, cuáles son los valores máximos y mínimos.
- ¿A qué nos referimos con temperaturas medias durante los 30 últimos años?
- Discute con tus compañeros cuál es la temperatura media en enero en Valladolid, si hace la misma temperatura todos los días de enero y si hace la misma temperatura a todas las horas del día en enero.
- ¿Cuál fue la temperatura absoluta el día 24 de enero de 2011? ¿Y la temperatura media en el mes de enero de 2011? Razona tu respuesta.
- Calculad manualmente:

- a. la media aritmética anual, la mediana, la moda, el rango y la desviación media de las temperaturas máximas
  - b. la media aritmética anual, la mediana, la moda, el rango y la desviación media de las temperaturas mínimas
  - c. comprobad que obtenéis los mismo resultados cuando usáis las funciones de calculo correspondientes en la hoja de calculo electrónica.
- h) Documentad vuestras observaciones e interpretaciones de los resultados y explicad qué significan en términos del tipo de clima que tenemos en Valladolid.

#### [T4] Objetivo final de la tarea

Interpretar los datos que proporciona un climograma desde el punto de vista del clima, pero también de la interpretación matemática en término de funciones y de datos estadísticos. Asimilar el concepto de valores promedio o media aritmética, por qué se usa, qué información permite inferir y qué información no permite inferir (o se pierde al calcular la media). Calcular e interpretar otros parámetros estadísticos.

#### [T4] Entregable

Cada equipo ha de documentar, en el formato y soporte de su elección sus contestaciones a las preguntas de esta tarea, incluyendo el detalle de los cálculos cuando corresponda.

#### [T4] Conocimientos de Matemáticas requeridos

- Interpretación de gráficas (Bloque 4 – Funciones): para explicar la función de temperaturas máximas y los valore en ella.
- Parámetros estadísticos (Bloque 5 – Estadística y Probabilidad): para calcular la media aritmética anual, la mediana, la moda, el rango y la desviación media de las temperaturas máximas y mínimas.
- Gráficos estadísticos (Bloque 5 – Estadística y Probabilidad): para saber qué tipo de diagramas hay representados.

#### [T4] Conocimientos de otras asignaturas requeridos

- [Geografía e Historia] Climogramas y su lectura. El clima en Castilla y León.
- [Tecnología] Uso de hojas de cálculo para el cálculo de parámetros estadísticos. Uso de un espacio de trabajo común y de colaboración en la red.

#### [T4] Competencias trabajadas

CCL, CMCT, CD, CPAA, CSC

## TAREA 5: Cálculo de volúmenes de agua

### [T5] Estimad la cantidad de agua de lluvia potencialmente disponible y agua de riego requerida

Cuándo llueve el agua de lluvia cae por todo el recinto del IES. Cae en el huerto y lo riega. Cae por los jardines, por el camino de entrada, por el patio, por la cancha de baloncesto y se filtra, como habéis aprendido en el ciclo del agua. ¿En que otras superficies del IES cae el agua de lluvia? En la tarea 1 ya pensasteis acerca de cómo se podría usar el agua de lluvia para regar el huerto, no sólo el día que llueve, pero cualquier otro día. ¿Pensasteis en el agua de lluvia que cae sobre los extensos tejados del IES y si se podría almacenar de alguna manera? Esa es la solución en la que os proponemos que trabajéis en esta última tarea.

Además, en la tarea 2 investigasteis cómo podríais determinar la cantidad de agua de lluvia disponible para el riego y cómo saber cuánta agua de riego requerirá el huerto del IES.

Durante el resto del tiempo de proyecto debéis investigar:

- a) ¿Cómo se podría recoger y almacenar el agua de lluvia?
- b) ¿Cuánto agua de lluvia de los tejados podría estar disponible para regar el huerto?
- c) Pero, ¿será el agua de lluvia recogida suficiente para regar el huerto? ¿Qué tamaño del huerto se podría regar con esa agua en cada época del año?

Y tendréis que calcular:

- 1) La cantidad de agua de lluvia que podréis almacenar y tener disponible para el riego cada mes.
- 2) La cantidad de agua de riego que necesitará el huerto cada mes.
- 3) ¿Qué superficie del huerto se podría regar cada mes con el agua de lluvia almacenada?

Es posible que al contestar esta última pregunta encontréis que algunos de los meses habrá un déficit de agua, es decir, que el agua disponible de almacenar las lluvias es menor que el agua necesario para regar todo el huerto. ¿En que época del año prevéis que sucederá esto? ¿Por qué?

En el ABP del próximo trimestre continuaremos trabajando para dar una solución a ese posible déficit.

Para esta tarea todos los equipos utilizarán datos meteorológicos de Valladolid proporcionados por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) y descargados de <https://datosclima.es/>. Se trabajará con los datos de precipitaciones mensuales promedias de 10 años, desde el 1 de enero de 2011 al 31 de diciembre de 2020. La descarga de datos y los cálculos de promedios mensuales se harán trabajando con el profesor de tecnología, para producir una tabla de precipitaciones en mm para cada uno de los 12 meses.

Por otra parte, se proporcionará a los alumnos una tabla indicando el promedio de litros diarios de agua

requeridos por cada  $m^2$  de huerta cada mes de año. Habrán de calcular el total de litros promedios por mes requeridos para regar toda la huerta, para poder compararlo con los litros de agua disponibles por precipitaciones (sólo los litros que se han podido almacenar).

Idealmente, representarían en una gráfica ambos datos (litros de precipitaciones almacenados y litros de riego requeridos) para compararlas y determinar momentos de déficit.

Esta tarea dará a los alumnos la oportunidad de hacer uso de herramientas digitales como Google Earth para estimar los perímetros de tejado y GeoGebra para replicar las superficies de tejado seleccionadas y validar cálculos de áreas.

Para simplificar los cálculos, ya que se trata de un 1º de la ESO y de tiempo de proyecto muy limitado, se asumirá que el agua de lluvia almacenada que no se consume un determinado mes, se pierde. De modo que cada mes comienza con cero litros de agua de lluvia almacenada.

### [T5] Objetivo final de la tarea

Investigar, debatir y diseñar un sistema de recogida de agua de lluvia para el riego de la huerta. Determinar cuánto agua de precipitaciones estaría disponible cada mes para el riego de esta manera. Determinar si el agua de lluvia sería suficiente para regar todo el huerto cada mes.

El cálculo del potencial déficit de agua de riego no es objetivo de esta tarea, ni de este ABP piloto.

### [T5] Entregable

Cada equipo ha de completar dos entregas en esta última tarea:

- un documento, en el formato y soporte de su elección, con sus respuestas a las preguntas formuladas en esta tarea
- una presentación, en el formato y soporte de su elección, que resuma su solución propuesta al reto inicial de este ABP, su diseño de recogida de agua de lluvia y de riego del huerto. Esta presentación será la que socialicen y difundan el viernes 9 de diciembre de 2022.

### [T5] Conocimientos de Matemáticas requeridos

- Magnitudes y medidas (Bloque 2 – Números y Álgebra): para poder operar con medidas de agua medidas en litros (l o dl, cl ...) o en medidas cúbicas de volumen ( $m^3$ ,  $cm^3$  ...) o cantidad de precipitaciones medidas en milímetros (mm). Para calcular valores de áreas (huerto y tejados) en  $m^2$ .
- Superficies geométricas (Bloque 3 – Geometría): para calcular el tamaño del huerto y la superficie total de tejado en función de sus formas geométricas.
- Proporcionalidad (Bloque 2 – Números y Álgebra): para comprender que la cantidad de agua

necesaria mensualmente se calculará en proporción a la superficie total del huerto y al número total de días por mes. También para calcular la cantidad de lluvia que caerá en a superficie total de tejados en relación a las precipitaciones observadas por metro cuadrado y que hay relaciones de conversión y proporcionalidad entre las distintas magnitudes de medida

- Números negativos (Bloque 2 – Números y Álgebra): para el cálculo de posibles déficits de agua para el riego.
- Interpretación de gráficas (Bloque 4 – Funciones): para determinar los meses de déficit de agua cuando se comparan, en una gráfica conjunta, la cantidad de agua de lluvia disponible y el agua de riego requerida.
- Muestra estadística (Bloque 5 – Estadística y Probabilidad): para comprender que los datos de precipitaciones proceden de la recogida de datos a través de muestras (en puntos geográficos concretos) y no de toda la población (todo el espacio geográfico del municipio).
- Valores estadísticos (Bloque 5 – Estadística y Probabilidad): para entender el papel de la estadística para extrapolar los valores de una muestra a toda una población y cómo valores pasados sirven para estimar valores futuros pero no con exactitud.
- Parámetros estadísticos (Bloque 5 – Estadística y Probabilidad): para calcular promedios mensuales de precipitaciones a lo largo de 10 años.

#### [T5] Conocimientos de otras asignaturas requeridos

- [Geografía e Historia] Climogramas y su lectura. Ciclo del agua. El clima en Castilla y León. Agua, agricultura y civilizaciones.
- [Tecnología] Uso de hojas de cálculo para el cálculo de parámetros estadísticos y otros cálculos sencillos, y para la creación de gráficos. Navegar en sitios web que permiten la descarga de datos y cómo hacerlo de manera segura. Uso de un espacio de trabajo común y de colaboración en la red.

#### [T5] Competencias trabajadas

CCL, CMCT, CD, CPAA, SIE, CSC

## Desarrollo del ABP piloto

Una vez que tenemos el diseño del ABP, incluidas las tareas guía, pasamos a la acción en el aula. En esta sección navegaremos a través de las etapas de implementación del ABP en el aula con los alumnos.

Existen múltiples variantes del número de fases en el desarrollo o implementación de un proyecto en la metodología ABP. Para el propósito de este ABP piloto he creado mi propia versión, quedándome con los más apropiado de varias versiones encontradas en la literatura sobre ABP. Propongo tres fases que se detallan a continuación: Iniciación – Realización – Cierre.

La temporalización propuesta de las sesiones y las fases es la siguiente tabla. Sólo se listan los contenidos no mencionados en sesiones anteriores. Cuando no se listan contenidos es porque se consideran todos los ya mencionados y no se requieren nuevos contenidos.

SESIÓN	ACTIVIDADES	CONTENIDOS MATEMÁTICOS
<b>Sesión 1</b> (21-10-2022)	<b>Fase 1. Iniciación</b> Completar la fase 1, excepto las exposiciones de los equipos acerca de la escasez de agua.	
<b>Sesión 2</b> (28-10-2022)	<b>Fase 1. Iniciación</b> Exposiciones acerca de la escasez de agua. <b>Fase 2. Realización</b> Revisar plan de trabajo. Dialogar acerca de qué saben y qué no saben aún. Comienza la recogida de datos para la TAREA_3. Completar la TAREA_1.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Redondeo</li> <li>• Números negativos</li> </ul>
<b>Sesión 3</b> (04-11-2022)	<b>Fase 2. Realización</b> Puesta en común por equipos de la TAREA_1. Completar la TAREA_2.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Magnitudes y medidas</li> <li>• Superficies geométricas</li> <li>• Proporcionalidad</li> <li>• Muestra estadística</li> <li>• Valores estadísticos</li> </ul>
<b>Sesión 4</b> (11-11-2022)	<b>Fase 2. Realización</b> Puesta en común por equipos de la TAREA_2. Completar la TAREA_4.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpretación de gráficas</li> <li>• Parámetros estadísticos</li> <li>• Gráficos estadísticos</li> </ul>
<b>Sesión 5</b> (18-11-2022)	<b>Fase 2. Realización</b> Puesta en común por equipos de la TAREA_4. Empezar la TAREA_5.	
<b>Sesión 6</b> (25-11-2022)	<b>Fase 2. Realización</b> Continuar trabajando en la TAREA_5.	
<b>Sesión 7</b> (02-12-2022)	<b>Fase 2. Realización</b> Completar la TAREA_3. Completar la TAREA_5.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coordenadas cartesianas</li> <li>• Funciones lineales</li> <li>• Tablas de frecuencia</li> <li>• Polígonos de frecuencias</li> </ul>
<b>Sesión 8</b> (09-12-2022)	<b>Fase 3. Cierre</b> Presentación de los productos finales por equipos.	
<b>Semana de evaluación</b> (hasta el 16-12-2022)	<b>Fase 3. Cierre</b> Evaluación final. Difusión de los productos finales por equipos.	

## Fase 1 del ABP – Iniciación

Con esta fase activamos el proyecto en el aula. Gran parte de la fase se dedicará a la comunicación, a proporcionar información acerca de todos los aspectos del ABP piloto y a responder preguntas de los alumnos. También se recogerá información de los alumnos, que sirva de fotografía inicial que se pueda comparar con una fotografía similar tomada al final del proyecto.

Esta fase se arrancaría tomando esa fotografía inicial, antes de explicar nada más, para evitar influenciar las respuestas de los alumnos. La recogida de información se haría a través de un cuestionario online (ver ‘Anexo 1: Cuestionario’) usando la escala de Likert. Desde el punto de vista de las matemáticas el cuestionario recogería información acerca de las percepciones y actitudes de los alumnos hacia la asignatura y su opinión acerca del trabajo cooperativo para aprender matemáticas.

Puesto que esta será la primera experiencia con ABP de la clase el siguiente paso en esta fase será explicar qué es el ABP, qué es el aprendizaje cooperativo, qué significa aprender de manera interdisciplinar y las razones por las que vamos a trabajar de esta manera. Para que los alumnos entiendan a qué nos referimos con conceptos como ‘proyecto’ o ‘producto’, lo mejor será mostrarles ejemplos reales y concretos de ABP, como los implementados en el IES El Parador y documentados en la web de ABPMates (Benjumeda Muñoz, 2021).

El pistoletazo de salida para empezar el trabajo en el ABP piloto es compartir con los alumnos el reto al que han de dar respuesta: *¿Se puede regar el huerto el IES de manera sostenible con los recursos hídricos disponibles dentro del recinto del centro? ¿Cómo?*

Se informará a la clase acerca de los aspectos principales del proyecto, esto es, el objetivo final, el producto, el calendario, la estructura en fases, los objetivos de aprendizaje, la temporización, la evaluación y las ‘reglas de juego’. Es también en esta fase cuando se informa a los alumnos del reparto en equipos y los criterios seguidos para formar los equipos. Se explicarán los roles y responsabilidades de cada uno de ellos, y se informará a los alumnos de la asignación de roles. Es importante aclarar a la clase que todos los miembros del grupo trabajan en la resolución de tareas y en su documentación. Los roles determinan qué papel juega cada miembro en garantizar que, entre todos, completen las tareas de manera satisfactoria. Los roles no eximen a ninguno de los componentes del equipo de hacer trabajo tangible. Los roles no determinan ningún tipo de jerarquía en el grupo, al contrario, el grupo se rige por el principio de igual de todos sus miembros y la aplicación de principios democráticos.

Es muy probable que en el momento de creación de equipos y asignación de roles surjan quejas y peticiones de cambio por parte de los alumnos. Son situaciones delicadas de manejar, pero que se pueden suavizar enormemente con una buena comunicación, haciendo a los alumnos partícipes de los criterios utilizados, de los beneficios de aprendizaje y socialización esperados e invitando a los alumnos a expresar de forma constructiva su propia perspectiva. Pienso que puede ser de gran ayuda formalizar con un ‘contrato de equipo’

el compromiso de cada alumno al trabajo en equipo según las normas acordadas y el compromiso de cada alumnos a contribuir éxito de su equipo en alcanzar el objetivo final.

Los alumnos serán informados de la política de colocación y cambios de colocación de los pupitres, para que los alumnos sean conscientes de la necesidad de flexibilidad, pero siguiendo normas y criterios preestablecidos por los docentes.

Toda esta información estará almacenada y compartido en una plataforma online de trabajo cooperativo. Como se mencionó anteriormente se asume que el IES dispone de una licencia de uso de G-Suite u otra plataforma de cooperación similar, que permita trabajar de manera cooperativa en documentos de distintos tipos, compartir documentos, usar hojas de cálculo, crear cuestionarios, crear espacios o carpetas de trabajo por equipos, controlar y gestionar el acceso. Una especie de 'ventanilla única' donde los alumnos pueden crear y compartir su material, donde pueden comunicarse y chatear, donde el profesor pueda también proporcionar información y guía, pueda asignar tareas, un espacio que pueda ser usado para evaluar progresivamente el desempeño de los grupos y de los alumnos, y que eventualmente pueda usarse como espacio de difusión de los resultados a otros fuera del aula (dentro y fuera del centro).

Durante la fase de iniciación se aprenderá a usar el espacio online de cooperación. La configuración inicial será hecha por el docente de tecnología pero la creación de espacios de trabajo para cada equipo será hecho por los alumnos durante esta primera fase.

La fase de iniciación se cerrará con una investigación online guiada acerca del problema medioambiental que hay detrás del tema del ABP, esto es, la escasez de agua y la obligación que todos tenemos de hacer un uso racional de este recurso que es imprescindible para la vida y que todos hemos de compartir.

Pienso que a nivel de 1º de la ESO hay que dirigir a los alumnos en la búsqueda de información online, acotando sus búsquedas en Internet a un número limitado de páginas preseleccionadas por los docentes y que dirija a los alumnos a páginas seguras. Como discutimos en una de las clases de la asignatura de Iniciación a la Investigación en Didáctica de la Matemática, en realidad los niños y jóvenes no son nativos digitales y ese concepto se está cada vez desechando más. Es cierto que hay una serie de actividades, principalmente de socialización y juego, que los alumnos hacen sobre plataformas digitales de manera muy natural, pero ello no implica que tengan un conocimiento innato acerca de hacer un uso apropiado y efectivo de cualquier medio digital y online.

Se instruirá a los alumnos a conocer más acerca del problema de la escasez de agua a través de los contenidos que se indican a continuación. Tras su visualización y lectura, se procederá a una breve intervención por parte de cada equipo para compartir con la clase aquello que les haya resultado más relevante, reflexionar acerca de su gasto de agua diario y si prestan atención al ahorro de agua en su día a día:

- Visualizado con toda la clase del vídeo de National Geographic «*España: ¿se agotará nuestra agua?*» (<https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/espana-se-agotara-nuestra-agua>). Se trata de un video acerca del impacto del cambio climático y la acción humana en la cantidad de agua de la que disponemos, y el gran reto que supone vivir con sólo 25 litros de agua por persona y día, como tuvieron que hacer en Ciudad del Cabo al quedarse casi sin agua.
- Visualizado con toda la clase del vídeo de National Geographic «*La escasez de agua obliga a estas niñas indias a descender a un pozo de 12 metros*» (<https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/espana-se-agotara-nuestra-agua>). Este video muestra las situaciones extremas de escasez de agua que se viven en algunas partes del mundo.
- Lectura en grupo de un artículo para aprender qué es la escasez de agua y si es un problema de importancia en España: «*La escasez del agua en España: el reto de la sostenibilidad hídrica*» (<https://www.idencityconsulting.com/la-escasez-del-agua-espana-reto-la-sostenibilidad-hidrica/>).
- Lectura en grupo de la historia de unos estudiantes de secundaria en India que ayudaron a resolver un problema de escasez de agua en su pueblo. «*La historia de los niños de Kothapalli que estudian el cambio climático y han aprendido a atrapar la lluvia* » ([https://elpais.com/elpais/2019/08/29/planeta\\_futuro/1567088422\\_743860.html](https://elpais.com/elpais/2019/08/29/planeta_futuro/1567088422_743860.html)).

Todos los contenidos online citados en la lista han sido descargados a ficheros y se pondrían a disposición de los alumnos en la plataforma central de cooperación en caso que alguno de los recursos web desapareciese. También es posible que en el momento de implementación del ABP piloto los profesores decidan utilizar recursos similares y actualizados.

Cada equipo es responsable de gestionar dentro de su grupo las lecturas asignadas.

## Fase 2 del ABP – Realización

Esta es la fase más activa por parte de los alumnos desde el punto de vista de creación. Durante esta fase los estudiantes completarán todas las tareas que guían el progreso del proyecto y cuyos enunciados se entregarán a la clase de manera secuencial. Los docentes deberán procurar mantenerse en un plano más pasivo, de guía, ayuda, observador, evaluador y corrector, mientras que los alumnos trabajan en las tareas en equipo.

Antes de comenzar el trabajo en las tareas se ha de conversar con los alumnos acerca de qué conocimientos necesitarán, qué conocimientos tienen ya y qué nuevos conocimientos han de adquirir. Para ello podemos usar de referencia la tabla de temporización, la cual proporciona información acerca de los contenidos matemáticos requeridos. De todos los contenidos requeridos son completamente nuevos, pues no se habrán cubierto en Primaria, los siguientes:

- Todo lo relacionado con Estadística.

- Proporcionalidad.
- Coordenadas cartesianas.
- Interpretación de gráficas.
- Funciones lineales.

En preparación para este ABP piloto, se comenzará el curso cubriendo las unidades didácticas relativas a estadística, sin cubrir sucesos aleatorios ni probabilidad, y la unidad didáctica que cubre coordenadas cartesianas, interpretación de gráficas y funciones lineales. La proporcionalidad se cubrirá durante las 2 primeras semanas del proyecto, en las tres clases de Matemáticas que tienen lugar de lunes a jueves, esto es, fuera de las sesiones del ABP.

Para poder sacar el mayor rendimiento a las tres horas de aula semanales asignadas a este proyecto y asegurar que durante ese tiempo los alumnos están trabajando de manera activa en las tareas del proyecto, se utilizará la metodología de Clase Invertida (Flipped Classroom) para refrescar conocimientos relativos a todos los otros contenidos que han sido cubiertos en Primaria:

- Redondeo.
- Números negativos.
- Magnitudes y medidas.
- Superficies geométricas.

Se emplearán las otras tres clases de Matemáticas de la semana para reforzar y practicar los conceptos en el aula. Con el uso de la Clase Invertida pretendo desterrar del tiempo de aula las actividades en las que el alumno tenga un rol pasivo e individual, para llenar el tiempo de aula con actividades de aprendizaje donde su rol sea activo. Esta metodología permite darle la vuelta a la concepción tradicional del proceso enseñanza-aprendizaje y hacer a los alumnos más participes de su aprendizaje, en lugar de meros espectadores de la enseñanza del docente. En lugar de recibir la teoría en clase y practicarla solos en casa, el proceso se invierte. Los alumnos reciben la teoría en casa de manera individual a través de recursos a menudo digitales y practican haciendo deberes en clase donde pueden trabajar en conjunto con otros compañeros y tienen a su disposición al docente para resolver dudas.

La Clase Invertida también se puede aplicar durante el aprendizaje de los conceptos matemáticos nuevos planificados para el principio del curso. Los alumnos pueden preparar la teoría fuera del tiempo de clase y utilizar el tiempo en el aula para practicar y resolver dudas.

Durante la fase de realización del proyecto se sucederán ciclos de revisión, retroalimentación y ajuste de manera continua. Cada grupo expondrá para el resto de la clase los resultados de cada tarea tras completarla y se debatirá en la clase acerca de que ha resultado más dificultoso y porqué, cuales son los pasos siguientes, si se está progresando de acuerdo a plan y si hay que ajustar el plan. También se reflexionará acerca de los

aprendizajes adquiridos. Los docentes utilizarán la información observada y recogida en el aula y de los entregables para determinar si el desarrollo del proyecto, incluidas las tareas, requieren refinamiento.

Es imprescindible que durante la realización del proyecto los alumnos se mantengan conectados al objetivo final y que entiendan cómo cada tarea individual en la que trabajan contribuye a crear el producto final. Será conveniente recordar a la clase el hecho de que, como parte del proyecto, estarán creando e interpretando un estudio estadístico acerca de los recursos hídricos de los que disponen basado en medida de años anteriores. El uso de datos pasados para estimar recursos hídricos futuros, junto con los efectos del cambio climático, generaran incertidumbre acerca de la exactitud de las predicciones, que también habrán de tener en cuenta. Por otra parte, estarán empleando conocimientos y herramientas matemáticas de diversas áreas (Álgebra, Números, Geometría, Funciones) para dar solución al reto inicial en base a los datos estadísticos de los que disponen. Probablemente sea conveniente que en cada sesión se asigne a un equipo la labor de recordar y explicar a toda la clase el objetivo final y cómo contribuye el trabajo hecho hasta el momento.

### Fase 3 del ABP – Cierre

En la fase de cierre se completan dos actividades: la difusión del producto y la evaluación del proyecto.

La **difusión** y presentación pública de los productos creados y de los aprendizajes adquiridos son un elemento clave del Aprendizaje Basado en Proyectos. Esta actividad hace de lo aprendido algo concreto que se da a conocer, que puede ser cuestionado, discutido y aplaudido por otros. Es un elemento de motivación y de socialización, no sólo para el alumnado, pero también para los docentes. Es una prueba pública de si los objetivos de aprendizaje se han alcanzado. Además sirve de plataforma para dar a conocer otra manera de ejercer la educación y sirve de vehículo de contagio para otros en la comunidad docente y estudiantil. La difusión no tiene porque quedarse dentro de los confines del IES, sino que debería ser compartida con otros fuera del centro. Esto es especialmente necesario en proyectos que como el del ABP piloto de este TFM tienen un componente de impacto social, en este caso, la atención al uso sostenible de un recurso básico y escaso, como es el agua, para un fin comunitario que es el riego del huerto urbano creado en colaboración con la red de barrio Pajarillos Aprende.

Es por ello que las tres horas de la sesión 8 del ABP piloto (viernes 9 de diciembre de 2022) se dedicaría a las presentaciones por parte de cada equipo a sus compañeros y docentes en el aula de su propuesta para el riego sostenible del huerto. Este ejercicio servirá de entrada al proceso de evaluación final y también servirá de entrenamiento para la difusión final a una audiencia más amplia. La difusión presencial fuera del aula tendría lugar durante el tiempo de proyecto de la sesión 9, último viernes antes de las vacaciones de Navidad, y se invitará a los miembros de dirección, jefatura de estudios y docencia, a los miembros del AMPA, a los representantes de Pajarillos Aprende, a padres y a alumnos de otras clases, estos dos últimos probablemente en números limitados de acuerdo al aforo disponible. Este día también se seleccionará el producto que se

reconozca como más apropiado para su implementación real.

La difusión presencial será acompañada de otros medios para dar a conocer los productos creados por los alumnos, como la grabación y potencial publicación en un canal online gestionado por el IES (tras obtener las correspondientes autorizaciones), la posible transmisión en directo del evento, la colocación de posters y presentaciones en una pared del centro, la transmisión por la radio del IES y la organización de una exposición en el centro cultural del barrio.

Este evento de difusión pública debería también emplearse como momento de celebración del trabajo hecho y de las metas alcanzadas trabajando activamente en equipo. La celebración me parece un elemento clave del cierre de cualquier proyecto, y me sorprendido no encontrarla citada como tal en la documentación sobre ABP.

La **evaluación** en esta fase de cierre se refiere a la evaluación final. Es conveniente resaltar que hubo una evaluación inicial, de diagnóstico al comienzo del proyecto, y que se ha llevado a cabo una evaluación procesual, de retroalimentación y mejora a lo largo de la realización del proyecto.

Para la evaluación final del proyecto hay que tener en consideración dos componentes:

#### Evaluación del proceso de enseñanza y aprendizaje durante el desarrollo del proyecto

- Lluvia de ideas con los otros profesores acerca de qué ha funcionado bien y qué hay que mejorar. Pienso que la mejor manera de hacer esto sería en una reunión entre todos los docentes involucrados en el proyecto, durante la semana de evaluación del trimestre, en la que se discutiesen y documentasen las conclusiones, lo que ha funcionado bien y lo que hay que mejorar en un próximo proyecto, asumiendo que la conclusión sea que merece la pena seguir utilizando esta metodología.
- Recogida de retroalimentación final por parte de los alumnos acerca de qué ha funcionado, qué no ha funcionado, cómo se han sentido, cómo evalúan su aprendizaje a través de proyectos y de manera cooperativa y si les gustaría seguir aprendiendo matemáticas (y otras asignaturas) de esta manera. Esta sería esa fotografía final a la que hice referencia en la fase de iniciación. De manera similar a la fotografía inicial, la información se podría recoger a través de un cuestionario online usando la escala de Likert (ver 'Anexo 2: Cuestionario tras finalizar el proyecto') accesible desde la plataforma online de cooperación.

#### Evaluación de los resultados del alumnado en el desarrollo del proyecto

- Esta evaluación cubriría sólo los confines del proyecto y formaría parte de la evaluación general de la asignatura de Matemáticas y de las otras asignaturas.
- Se llevarían a cabo tres modalidades de evaluación de cara al alumno:

- Autoevaluación - qué he aprendido respecto a lo que sabía
  - Coevaluación - qué he aprendido de mis compañeros, cómo he trabajado con mis compañeros
  - Heteroevaluación – evaluación por parte de los docentes del portafolio, del producto final, de la exposición, del trabajo en equipo y de las competencias adquiridas o mejoradas.
- La autoevaluación se llevaría a cabo en referencia al desarrollo de las competencias clave trabajadas. Propondría el uso de dianas de evaluaciones, las cuáles podrían ser diseñada en MS Excel en las sesiones de Tecnología. Las dianas de evaluación o de aprendizaje son un sistema visual para representar el nivel de cumplimiento de cada uno de los elementos evaluados. Se trata de circunferencias concéntricas, con múltiples radios dibujados (tantos como elementos a evaluar) y cuyas longitud de radio se asocian a los diferentes posibles calificaciones de los elementos evaluados. Una vez representadas las calificaciones, uniendo los puntos, se obtiene un mapa de evaluación (UNIR, 2020). Podemos tener varios mapas de evaluación, para varios alumnos, en una misma diana; lo cual ofrece una sola imagen para comparar las calificaciones obtenidas por varios individuos. A mi modo de ver es una herramienta muy poderosa visualmente y fácilmente entendible.
  - Para la coevaluación permitiría el uso de texto libre para responder a las preguntas ‘¿Qué he aprendido de mis compañeros?’ y ‘¿Cómo he trabajado con mis compañeros?’ y solicitaría ejemplos concretos.
  - Para la tercera modalidad (heteroevaluación), propondría evaluar con una rúbrica que valoraría los siguientes aspectos y que se puede consultar en detalle en el ‘Anexo 3: Rúbrica de evaluación’:
    - Portafolio (correcto, completo).
    - Producto final.
    - Nivel de competencia matemática demostrada.
    - Implicación y esfuerzo.
    - Interacción con el equipo.
    - Iniciativa, responsabilidad y liderazgo.
    - Presentación y exposición.

La rúbrica de heteroevaluación coincide parcialmente con la rúbrica en el ‘Anexo I’ de Benjumeda Muñoz, F. J., & Romero Albadalejo, I. M. (2017).

## Retos

Como en todo cambio y para toda innovación hay una serie de dificultades con las que seguramente nos encontremos durante la implementación de la propuesta. A nivel de la propuesta educativa general y, en algunos casos, a nivel del ABP piloto, los siguientes son los mayores desafíos para los que hay que prepararse y garantizar proactivamente que se no conviertan en un obstáculo:

- **La aceptación por parte de la dirección del IES Galileo**, para convertirlo en un proyecto de centro y darle el impulso requerido desde arriba hacia abajo. En mi experiencia, para conseguir que cualquier cambio tenga oportunidades reales de ser exitoso es imprescindible conseguir el apoyo a nivel de gerencia para que el cambio se convierta en una recomendación o incluso mandato ‘top-down’. Una alternativa a la posible falta de mandato desde arriba es la esperanza de que haya profesorado dispuesto a llevarlo a delante o que decidan presentar la propuesta a concurso, como se discutirá en líneas futuras.
- **La voluntariedad de, al menos, dos o tres profesores de distintas asignaturas, dispuestos a embarcarse en el cambio** y cuya estancia en el centro pueda garantizarse por al menos los tres años del plan de implementación. Este fue el factor que la dirección y jefatura del IES Galileo remarcaron como la mayor dificultad, ya que a menudo los docentes con mayor voluntariedad para cambiar el estilo de trabajo e innovar son interinos y no pueden garantizar su estancia en el centro. Como nada es certero en este mundo y garantizar la estancia no es seguro, personalmente arrancararía el proceso de implementación en cuanto en tanto hubiese profesorado interesado, cuya disposición y capacidad estuviesen en sintonía con la propuesta. Las creencias juegan un papel esencial en la enseñanza. Si al menos hay un grupo de profesores que confía en su capacidad de trabajar de manera interdisciplinar y con metodologías activas, quienes piensan que la educación requiere de este tipo de cambios y están dispuestos a sumir el trabajo adicional que requiere, la mitad de la batalla estaría ganada.
- **El progreso del plan de formación del profesorado**, en la mayor medida posible, de acuerdo a la propuesta hecha en el TFM de mi compañero de proyecto de la especialidad de Intervención Sociocomunitaria (Lobo Otero, 2021). En especial, porque la manera en que se propone la formación da a los profesores la oportunidad de practicar el trabajo en equipo, la coordinación y la planificación en común, todas ellas son habilidades esenciales que los profesores han de tener para poder luego transmitir las a los alumnos, pero también para poder enseñar de manera interdisciplinar. El ABP sólo podrá ser realmente efectivo si los docentes adquieren las habilidades necesarias para enseñar a través de proyectos.
- **La organización horaria y la capacidad de coordinación y colaboración entre profesores**, lo cual no debería ser muy difícil para la implementación del ABP piloto, pues sólo requiere de agrupar las tres asignaturas en tres horas seguidas los viernes y asignar una hora semanal de coordinación entre docentes. Reorganizar los horarios docentes de cara a la implementación del estado final supone un

mayor reto, pero no porque sea difícil sino porque es diferente. Se ha hecho y se hace en otros centros, con lo cual es posible, pero requiere querer salir de la zona de confort. La organización horaria en el modelo actualidad también es complicada y a ojos de alguien como yo que nunca la ha planeado, parece imposible, pero es de hecho posible. Se puede hacer y consultar con otros centros que lo han hecho, como el IES El Parador en Almería, ayudaría. Para garantizar la buena coordinación entre docentes recomendaríamos que la dirección del IES crease una comisión de coordinación pedagógica y asignase a un docente como cabeza de la comisión, responsable de la implementación y de facilitar la coordinación entre el resto de docentes, quienes tendrían que presentar a la comisión de manera regular el progreso y trabajo hecho. La comisión aseguraría el seguimiento y evaluación continua.

- **La adaptación de los alumnos al nuevo modelo de enseñanza-aprendizaje**, ya que es probable que piensen que requiere más esfuerzo de su parte dado que su papel en su aprendizaje es más activo y toman más responsabilidad de él. En realidad no es más esfuerzo, sino un esfuerzo distinto y repartido a lo largo del tiempo. Hay una serie de factores que ayudarán a mitigar este riesgo, como la implementación en 1º de la ESO como parte integral de su adaptación a secundaria, la implementación gradual que permita mejorar y refinar la propuesta en respuesta a la actuación del alumnado y el hecho de que algunos colegios del barrio trabajan con proyectos. Por otra parte la propuesta no es aplicar exclusivamente ABP como metodología educativa, sino aplicar ABP como metodología troncal apoyada por otras, entre ellas la instrucción directa.
- **La adaptación de los docentes a su nuevo papel** de facilitador y guía que permite a los alumnos jugar un papel central otorgándoles el control sobre qué conocimientos y competencias van a adquirir. En ocasiones, los profesores no sabrán encontrar el equilibrio entre la libertad de trabajo de los alumnos y el control del aula. Por eso es tan importante su propio periodo de práctica durante su formación y que los docentes crean en esta nueva manera de trabajo. Este cambio de identidad profesional generará incertidumbre y rechazo, lo cual lleva a desmotivación. Un buen plan de formación y práctica allanarán el camino del cambio para los docentes.
- **El desarrollo del ABP en los tiempos planeados**. Esta es una de las dificultades que resaltan los profesores que usan ABP. Es posible que los alumnos no avancen en la ejecución del proyecto en los tiempos estipulados. Al mismo tiempo, los profesores también resaltan que la metodología proporciona la suficiente flexibilidad para ir ajustando a lo largo del proyecto.
- **La armonía de trabajo de los equipos de estudiantes**. El trabajo cooperativo siempre da la oportunidad a algunos alumnos de contribuir en menor medida de la que pueden y deben, y que otros alumnos más responsables hagan trabajo adicional. Por otra parte en equipos con varios alumnos muy capaces, los alumnos menos avanzados pueden sentirse solitarios y sin suficientes oportunidades de contribuir. Por ello es tan importante la formación de equipos, la asignación de roles y la observación continua e intervención del docente. A su vez, esta dificultad es una gran oportunidad de aprendizaje en sí misma, pues es seguro que los alumnos se encuentran y encontrarán situaciones similares en su vida diaria, incluida en su vida familiar. Es importante recordar que, a pesar de esta dificultad, la

experiencias de trabajo cooperativo son positivas en términos de crear cohesión en las aulas y fomentar la inclusión.

- **La evaluación del aprendizaje alcanzado a través de ABP de manera interdisciplinar** no es tarea sencilla, puesto que puede incluir subjetividad ya que no se trata de calificaciones directas a través del trabajo individual y los exámenes. Se trata de evaluar la adquisición de destrezas y habilidades y no la capacidad de replicar contenidos. Para subsanarlo se pueden utilizar rúbricas y evaluación formativa en la que se pueda comparar el aprendizaje en la meta comparado con el comienzo del proyecto.
- **El apoyo, o al menos la no oposición, de las familias** para cambiar el estilo de enseñanza en la dirección propuesta y para crear aulas más inclusivas donde una mayor variedad de alumnado tenga cabida. Este aspecto hay que trabajarlo muy activamente junto con el AMPA y también a través de las asociaciones de barrio locales. Sería conveniente que se hiciesen presentaciones en los CEIP del barrio para explicar de antemano a las familias la trayectoria educativa que el IES planea adoptar, porqué y qué beneficios se esperan.
- **La comunicación proactiva, clara, regular y constructiva** acerca del proyecto y de los planes a todos los agentes impactados: los propios alumnos y sus familias, el claustro y toda la plantilla docente, el equipo de jefatura del centro, las asociaciones de barrio como Pajarillos Aprende, la Consejería de Educación de la Junta de Castilla y León, y la Dirección Provincial de Educación.

En el pasado se solía asociar al ABP y a la enseñanza interdisciplinar tipo STEM la dificultad de cumplir unos contenidos curriculares excesivos y rígidos. La nueva ley (LOMLOE) va en la dirección de reducir esta dificultad, como se explicó en la sección de ‘Justificación’. Por otra parte, cubrir todo el currículo con el único propósito de marcar la casilla de ‘completado’ si los alumnos no han asimilado los conocimientos, tiene muy poco valor de aprendizaje. Es preferible, en mi opinión, no cubrir todo el currículo si los contenidos que se imparten se convierten en aprendizaje significativo.

Para cada uno de los retos e impedimentos que se pongan sobre la mesa mi pregunta sería «¿sucede algo similar en el modelo actual?». Si la respuesta es sí, entonces la nueva propuesta no va a empeorar el status quo con lo cual merece la pena intentarlo. Lo importante no es si el cambio va a llevarnos a un estado de perfección, sino que si va a llevarnos a un estado que no es peor que aquel en el que estamos, y que se reconoce como inadecuado para los tiempos que vivimos y los futuros en que los alumnos van a vivir.

## Relación con lo aprendido en el Máster

Después de todo un curso inmersa en aprendizaje, en conversaciones, en pensamientos y en acciones relativas a la labor del profesor de educación secundaria, pues es realmente el aspecto en el que más se ha centrado este máster, me resulta difícil dibujar una línea entre qué es lo que sabía antes en septiembre de 2020 y qué es todo lo nuevo que sé ahora. En verdad, tengo la sensación de haber aprendido mucho, ya que me embarqué en este máster siendo una ignorante de la educación y la didáctica para adolescentes desde el lado del docente, pues yo sólo había jugado el papel de estudiante en el proceso educativo.

Aún así puedo afirmar con confianza que los siguientes aspectos de las diferentes asignaturas del máster han contribuido de alguna manera a engendrar y escribir este TFM, pero también a la propuesta de innovación educativa a la que pertenece este TFM:

### **Aprendizaje y Desarrollo de la Personalidad**

Además de aprender lo que es el enfoque constructivista del aprendizaje y qué otros enfoques existen, esta asignatura me hizo consciente y me dio la oportunidad de reflexionar acerca de la enorme importancia de una serie de factores psicológicos y pedagógicos que determinan el éxito del proceso de enseñanza-aprendizaje cuando se trabaja con adolescentes. Si tuviese que resaltar las que considero más relevantes para este TFM serían: los procesos sociales y emocionales de la interacción entre iguales y con el profesor y su papel en el aprendizaje; ser capaz de motivar y conocer las necesidades educativas del alumnado; el papel que juegan el autoconcepto, la autoestima y la aceptación del grupo; comprender el impacto de las interacciones y de la comunicación en el aula.

Pude constatar y practicar todos esos aspectos durante del prácticas y se han mantenido detrás del telón en la formulación del TFM, influenciando la propuesta, aunque no los mencione explícitamente.

Hubo otro valor añadido muy importante que obtuve de esta asignatura que fue el trabajo cooperativo con un equipo de compañeros de otras especialidades. Aprendí de mis compañeros, de la experiencia y conocí a Gonzalo Álvarez Bielsa (especialidad de Tecnología e Informática), quien más tarde se convertiría en compañero del proyecto de innovación educativa en el que hemos trabajado juntos este año.

### **Sociedad, Familia y Educación**

He de calificar esta asignatura como la ‘joya de la corona’ en términos de la experiencia que ha supuesto este máster para mí. Fue como fruto de los debates, de las lecturas y de los videos que experimenté durante esta asignatura que se engendró el proyecto de innovación educativa interdisciplinar en el que he trabajado durante este año. Las intervenciones en clase del alumno Javier Lobo Otero me convencieron para invitarle a unirse al proyecto de innovación educativa. Javier es el compañero por la especialidad Sociocomunitaria..

Prácticamente todos los días me llevaba de esta asignatura a casa temas de conversación reflexiones y debates para la hora de la cena. Era una continua exposición a realidades que podía claramente constatar en mi entorno y mis experiencias educativas vividas. Este TFM está formulado en un intento de dar respuesta a algunas de esas realidades y a las necesidades de mejora en los papeles de los alumnos y docentes, en cómo se evalúa el aprendizaje, en las relaciones que se crean dentro del aula y el centro, en eliminar situaciones de segregación y exclusión, en evitar el fracaso escolar, etc.

Durante las prácticas pude constatar de primera mano el impacto que el etiquetado juega en la actitud de los alumnos hacia la educación, cómo exhiben los alumnos el concepto que sus familias tienen del valor de la educación y cuán diferente es en distintos entornos culturales, cómo los cambios sociales se reflejan en las aulas. Todo ello ha influenciado la motivación de este TFM.

### **Procesos y Contextos Educativos**

A pesar de no ser la asignatura más motivante del módulo genérico he de reconocer que me dió una base excelente de conocimientos formales acerca de las leyes educativas, del currículo, de las competencias, de los elementos transversales, de la organización de un IES, de la labor de tutoría y de las funciones del profesor. He utilizado esos conocimientos en gran medida en el proyecto de innovación educativa y en el TFM.

### **Complementos de Matemáticas**

A pesar de que esta fue la asignatura que más me costó asumir como necesaria en el máster, lo cual se reflejó en mis resultados, he de decir que aprendí de las buenas prácticas de enseñanza del profesor Philippe Thierry Gimenez, a quién he tenido que recurrir con preguntas matemáticas durante mis prácticas.

Esta asignatura me ayudó a refrescar el componente de rigor, abstracción y exactitud que requieren las matemáticas. El muy buen repaso que hicimos de Probabilidad y Estadística me ha ayudado en varios trabajos, en las prácticas y en este TFM. También aprendí a utilizar la papiroflexia como una herramienta de enseñanza de geometría; hasta ahora la había visto como una actividad puramente lúdica y creativa.

### **Diseño Curricular en Matemáticas**

Esta asignatura me ayudó a profundizar en lo aprendido en la asignatura de ‘Procesos y contextos educativos’ para la asignatura de Matemáticas específicamente. Me familiaricé con el currículo de Matemáticas, aprendí a leerlo, a entender qué nivel de conocimientos se asocian a cada curso y con qué criterios se evalúan.

El trabajo que hice con otros tres compañeros titulado ‘Propuestas de cambios al currículo para mejorar los resultados en Matemáticas’ me acercó a los informes de PISA, a los resultados de España y otros países y a reflexionar acerca de las mejoras necesarias, lo cual he dejado reflejado en la justificación de este TFM.

### **Didáctica de la Matemática**

Entender qué es la didáctica de la matemática, estudiar en más detalle las corrientes constructivistas, el aprendizaje por descubrimiento, el aprendizaje significativo, conocer las distintas vertiente de la didáctica matemática, aprender el concepto de «matemática realista», aprender acerca de las técnicas de intervención en el aula, aprender qué es la evaluación formativa y como favorece el aprendizaje, son todos ellos elementos que me han ayudado en la elaboración de este TFM.

Las sesiones que tuvimos con el profesor invitado Joaquín Fernández me han sido de gran utilidad, no sólo porque me ayudaron a entender y a reflexionar acerca del proceso de aprendizaje con la resolución de problemas, si no también porque es un docente con experiencia en enseñanza en institutos, en la universidad, tiene un especial interés en la atención a la diversidad y en la inclusión, ha trabajado activamente en proyectos de innovación educativa y hace investigación en el área de la didáctica. Durante el máster he mantenido el contacto con él, me ha ayudado a resolver dudas y me ha proporcionado retroalimentación que ha influenciado de alguna manera este TFM

### **Metodología y Evaluación en Matemáticas**

Conocer las múltiple metodologías existentes, sus características, sus ventajas y desventajas me ha resultado enormemente útil en la elaboración de este TFM. Así mismo profundizar, a través de un trabajo en equipo, en los recursos didácticos para matemáticas y, en especial, los recursos tecnológicos me ha sido de gran ayuda a la hora de diseñar la intervención educativa descrita en este TFM.

Me resultó especialmente motivante la sesión con el profesor invitado Diego Alonso Santamaría quien nos habló de una manera apasionada acerca de sus métodos de enseñanza, a menudo poco tradicionales, pero con excelentes resultados tanto a nivel de motivación, como de resultados del alumnado. Su manera de hacer me ayudó a confirmar que hay un cambio en progreso y que da resultados.

### **Innovación Docente en Matemáticas**

Esta asignatura me ha resultado imprescindible en la elaboración de este TFM, pues se desarrolló invitándonos e incitándonos a innovar y a pensar en la enseñanza de las Matemáticas de una manera muy distinta a como nos las enseñaron a nosotros. El hecho de que la profesora (Rosa M<sup>a</sup> Fernández Barcenilla) sea docente de Matemáticas en un IES le permitía compartir experiencias de primera mano. Además tuve la oportunidad de consultar con ella aspectos del proyecto de innovación educativa interdisciplinar en el que estaba trabajando.

### **Iniciación a la Investigación Educativa en Matemáticas**

A pesar de que este no sea un TFM de investigación la asignatura me ha resultado especialmente útil, pues me

ha hecho pensar acerca de los procesos de aprendizaje, me ha enseñado sobre didáctica de las matemáticas a través de las lecturas que hemos hecho para las distintas prácticas, he tenido que reflexionar acerca de qué es lo que busco mejorar con la propuesta de este TFM y acerca de en qué aspectos se enfocaría una investigación centrada en analizar el impacto de la implementación de mi propuesta educativa. En el proceso de elaborar el trabajo final de la asignatura he leído artículos de investigación relativos a STEM y a ABP, que luego me han ayudado a escribir este TFM con una mejor base.

Adicionalmente ha habido una serie de informaciones acerca del estado de la didáctica de las matemáticas en España que me han llegado a través de las clases de esta asignatura que me han ayudado a argumentar mis motivaciones.

Finalmente las ‘experiencias de vida’ de las que disfrutamos a través de sesiones con docentes invitados me han ayudado a validar y también a mejorar mi propuesta. Me resultó de especial utilidad la sesión con el profesor Javier Sánchez Antolín, con quien continué en contacto y me proporcionó consejos basados en su experiencia con ABP.

### **Prácticas Externas Matemáticas**

Las prácticas en el IES Galileo fueron un excelente campo de cultivo para validar, contrastar, refinar y mejorar la propuesta educativa en la que he trabajado con otros compañeros y para perfilar mi TFM, como componente de ese proyecto más grande.

Los resultados de la exposición a un centro de enseñanza, al trabajo con los alumnos en las aulas y fuera de ellas, las experiencias vividas y todo lo aprendido están definitivamente reflejados en la esencia de este TFM.

He de aclarar que no he listado explícitamente las asignaturas de ‘Modelos Matemáticos en Educación Secundaria’ e ‘Ideas y Conceptos Matemáticos a través de la Historia’ porque no puedo justificar cuales de sus enseñanzas he trasladado a este TFM, aunque sí que procuré realizar mis trabajos para las asignaturas en temas que de alguna forma estaban relacionados con el espíritu interdisciplinar de mi propuesta, con la enseñanza de las matemáticas centradas en el alumno y aprendizajes contextualizados de la vida cotidiana.

## Líneas futuras

En la tarea 5 ya se adelantaba el tema de un posible segundo ABP en el segundo trimestre para continuar con las pruebas de concepto y para dar continuidad al primer ABP piloto. Este segundo ABP piloto de continuación se centraría en dar respuesta a las situaciones de déficit de agua para el riego sostenible del IES. El reto se lanzaría con las siguiente preguntas:

- Si necesitásemos más agua y la única alternativa fuese utilizar agua canalizada potable, ¿qué podríamos hacer para mantener el consumo de agua per cápita estable? ¿De cuánta más agua podríamos disponer de esta manera? ¿Qué tamaño adicional del huerto se podría regar con ese agua?

El objetivo sería hacer reflexionar a los alumnos en el consumo de agua diario individual, de la familia y también dentro del IES (servicios y limpieza) y que pensasen maneras de calcular cuál es el consumo que hacemos a diario de agua potable. Podrían encontrar datos en internet, pero también haciendo medidas en casa, como por ejemplo, cronometrar cuánto tiempo tardan en llenar una cubo de 5 litros con el agua de la ducha y después calcular el total de agua que gastan en cada ducha de 10 minutos. Los alumnos tendrían que investigar y proponer maneras de reducir el consumo de agua per cápita tanto en casa, como en el IES. Finalmente tendrían que calcular cuánto del déficit de agua de riego se podría compensar adquiriendo hábitos más responsables de consumo de agua.

Se podría extender con una segunda actividad en la que los equipos tuviesen que preparar un presupuesto para costear el sistema de recogida de agua de lluvia que diseñaron en el primer ABP piloto, ideasen maneras factibles de conseguir los fondos necesarios y tuviesen en consideración qué cantidad del coste se podría cubrir con el ahorro económico de reducir el consumo de agua dentro del IES.

Idealmente se seleccionaría el mejor proyecto y, eventualmente, se llevaría a cabo la instalación del sistema de recogida de agua y de riego, trabajando con los alumnos de FP para construir las instalaciones necesarias, y con las familias y asociación de barrio para ponerlo en funcionamiento.

Este sería un ABP más corto, pero que podría utilizarse para refinar y mejorar los aspectos que no funcionaron bien en el primer ABP piloto, a la vez que se adquieren nuevos aprendizajes de la experiencia de un segundo ABP. El hecho de que sólo requiriese en torno a 2 o 3 semanas evitaría que los alumnos acabasen aburridos del tema 'riego del huerto' y se pudiese saltar a un nuevo tema para continuar las pruebas de trabajo con ABP en el resto del curso.

De hecho la tarea 3 se podría convertir en una actividad más extensa (incluso un proyecto) dentro del IES, por la cuál los alumnos tomarían medidas de diferentes parámetros (temperatura, viento, humedad, pluviosidad) a lo largo de diferentes cursos, o en un mismo curso, analizando también lo que fueron obteniendo los alumnos de cursos anteriores para hacer análisis anuales y de variaciones potencialmente debidas al cambio climático.

La construcción, por parte de los alumnos, de una estación meteorológica podría ser el punto de partida.

Tanto este TFM como la propuesta de innovación educativa interdisciplinar de la que forma parte, crean muchas oportunidades de trabajo en los cursos venideros para asegurar su continuidad y desarrollo:

- Es una excelente oportunidad para mantener y afianzar la cooperación entre el Máster en Profesor de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas de la UVa y centros de enseñanza de educación secundaria. Hay mucho en lo que ambos entornos pueden beneficiarse. Por un lado la universidad puede proporcionar el valor de las investigaciones y los IES proporcionan un entorno real de trabajo y desarrollo para comprobar conjeturas de investigaciones y para llevar a cabo investigaciones que ayuden a mejorar el centro educativo. Además el MUPES recibe cada año docenas de futuros docentes, algunos de los cuales pueden tomar papeles más activos en su propia formación y trabajar desde bien temprano de manera más cercana con los IES y con asociaciones educativas del entorno de los IES.
- Confío en que entre los nuevos estudiantes del máster habrá futuros docentes interesados en expandir y mejorar la propuesta que hemos arrancado. Alumnos que sigan involucrados con el IES Galileo (si ese es el deseo del centro) para ayudar en la adopción y refinamiento de la propuesta. Estos alumnos a su vez se encontrarán en una posición privilegiada para actuar de puente entre la universidad y el IES.
- Me parece imprescindible continuar la comunicación y crear relaciones de cooperación cercanas con profesores de centros educativos, sobre todo públicos, que han implementado propuestas similares, como por ejemplo, Francisco Javier Benjumeda Muñoz, director del IES El Parador en Almería. Su experiencia y conocimientos serán sin duda de gran apoyo a la implementación de la propuesta en el IES, pero también serán una excelente fuente de enseñanza para los alumnos del MUPES.
- Se me ocurren múltiples oportunidades de propuestas de TFM para el próximos cursos del MUPES:
  - Extensión de la propuesta a otras asignaturas, con alumnos MUPES de otras especialidades diseñando lo correspondiente a su disciplina y la inserción en la propuesta común.
  - Sería necesario el diseño de una investigación didáctica que ayude a valorar cuál es el impacto del cambio propuesto en distintos aspectos del aprendizaje. Seguramente esto pudiese dar lugar a múltiples investigaciones para cubrir diferentes aspectos y diferentes especialidades.
  - El diseño del ABP piloto definido en este TFM desde las otras asignaturas.
  - El diseño de una intervención de Aprendizaje por Servicios (ApS) que enlace el ABP piloto con el proyecto de huerto entre el IES, las asociaciones de barrio y las familias.
  - El diseño de un segundo ABP piloto que de continuidad al incluido en este TFM, para la especialidad de Matemáticas pero también para otras asignaturas.
  - El diseño detallado de cada uno de los ABP trimestrales del estado final de la propuesta, para cada una de las disciplinas involucradas.

## Reflexiones finales

Las Matemáticas no tienen porque ser la asignatura que no puede ser divertida y creativa; la asignatura que es temida, que es difícil, que es para los 'listos'. No sólo los 'listos' dependen de sus habilidades matemáticas en la vida, todos las necesitamos. Me gustaría que la propuesta de este TFM se llegase a implementar y que ayudase a 'enganchar' a los alumnos a las matemáticas, a verlas como algo cercano, algo de uso cotidiano y enormemente útil. Serviría para que los alumnos aprendiesen a pensar, a reflexionar y a tomar decisiones, en lugar de enseñarles a reproducir contenidos. Les ayudaría a comprender el mundo mejor.

El tipo de habilidades que los alumnos podrían adquirir con esta propuesta, como son la comunicación, la cooperación, el pensamiento crítico o el aprender de los errores, contribuirían no sólo a mejorar sus resultados académicos, sino también su vida diaria. Estoy convencida de que también mejoraría la inclusión de diferentes colectivos en nuestros centros de enseñanza. Así los alumnos aprenderían también a convivir de una manera más inclusiva y cohesiva fuera de las aulas.

Ser 'listo' no es saber muchas matemáticas, mucha historia o mucha tecnología. Son muchas las competencias que unidas forman la inteligencia. El desarrollo de las inteligencias múltiples se explota fenomenalmente con el aprendizaje basado en proyectos y cooperativo, porque se da la oportunidad a cada alumno de aportar lo que él sabe, su inteligencia particular, a la vez que aprende otras competencias.

Sé que un cambio de metodología como el propuesto supone dificultades de adaptación para profesores y alumnado, pues cambia los roles tradicionales. Pero el estancamiento indefinido en el modelo clásico de clase magistral de tiza y papel no sólo no favorece el aprendizaje de las matemáticas, sino que además aporta muy poco a la felicidad del docente, en mi opinión. Un docente debería tener un interés especial por aprender, por saber más. Trabajar de manera interdisciplinar y cambios metodológicos le ayudarían a crecer en su profesión.

Reconozco que el mayor obstáculo a la implementación de mi propuesta es la resistencia al cambio. Requiere mucha voluntad de cambio y de deseo de innovar. Requiere no aceptar el status quo, porque claramente no está dando buenos resultados. Aún así, tengo confianza en que el cambio ocurrirá, está de hecho en progreso. Hay cada vez más centros de educación y más docentes impulsando el cambio con sus acciones diarias. Como una función exponencial creciente, el cambio puede ser lento y casi plano al principio, pero enseguida crecerá de manera imparable, porque las buenas prácticas se contagiarán, los docentes se percatarán de lo que se están perdiendo y de lo que están haciendo que sus alumnos se pierdan y así, poco a poco, la mayoría de los docentes se subirán al tren del cambio.

La siguiente frase del filósofo griego Heráclito de Éfeso (540 a. C - 480 a. C.), me parece una frase inmensamente apropiada para mi propuesta, e incluso alude a un término usado en Matemáticas: «**Lo único constante es el cambio**».

## Bibliografía

- Aksela, M., & Haatainen, O. (noviembre de 2018). Project-Based Learning (PBL) in practise: Active teachers' views of its' advantages and challenges. *StarT-Program: Project-Based Learning*. 5th International STEM in Education Conference Proceedings: Integrated Education for the Real World, Queensland University of Technology, Brisbane, Australia. <https://www.researchgate.net/publication/333868087>
- Alsina, À. (2009). *El aprendizaje realista: una contribución de la investigación en educación matemática a la formación del profesorado* (pp. 119–128). Investigación en educación matemática XIII. <https://www.seiem.es/docs/actas/13/SEIEMXIII-AngelAlsina.pdf>
- Arce Sánchez, M., Conejo Garrote, L., & Muñoz Escolano, J. M. (2019). *Aprendizaje y enseñanza de las matemáticas*. Síntesis.
- Ayuntamiento Valladolid. (2012). *Información estadística sobre la ciudad*. Ayuntamiento de Valladolid. <https://www.valladolid.es/es/ciudad/estadisticas/utilidad/servicios/observatorio-urbano-datos-estadisticos-ciudad/datos-estadisticos-temas/informacion-estadistica-ciudad>
- Benjumeda Muñoz, F. J. (2021). *Aprendizaje Basado en Proyectos. Enseñanza de las Matemáticas en Educación Secundaria*. Abpmates.es; ABP Mates. <https://abpmates.es/>
- Benjumeda Muñoz, F. J., & Romero Albadalejo, I. M. (2017). Ciudad sostenible: un proyecto para integrar las materias científico-tecnológicas en Secundaria. *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación de Las Ciencias*, 14(3), 621–636. [https://doi.org/10.25267/rev\\_eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2017.v14.i3.08](https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2017.v14.i3.08)
- Benjumeda Muñoz, F. J., Romero Albaladejo, I. M., & López-Martín, M. M. (septiembre de 2015). *Alfabetización matemática a través del aprendizaje basado en proyectos en secundaria*. XIX SEIEM, Alicante. <https://www.researchgate.net/publication/324710217>
- Benjumeda Muñoz, F. J., Romero Albaladejo, I. M., & Zurita, I. (septiembre de 2016). Una propuesta de evaluación formativa para el aprendizaje basado en proyectos en matemáticas. . *Investigaciones en educación matemática XX*, Málaga. <https://www.researchgate.net/publication/324711456>
- Bermejo, V. (2010). *Cómo enseñar matemáticas para aprender mejor*. Ccs.
- Bohorquez Arenas, L. Á. (noviembre de 2014). Las creencias vs las concepciones de los profesores de matemáticas y sus cambios. . Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación, Buenos Aires, Argentina. <https://www.researchgate.net/publication/281117742>
- Chamorro, C. (1992). *El aprendizaje significativo en el área de las matemáticas*. Alhambra Longman.
- Chevallard, Y., Bosch, M., & Gascón J. (2000). *Estudiar matemáticas : el eslabón perdido entre la enseñanza y el aprendizaje*. Horsori.

- Consejería de Educación Gobierno de Canarias. (2017a). *Aprendizaje basado en proyectos*. Kit de Pedagogía Y TIC. <https://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoescuela/pedagogic/aprendizaje-basado-proyectos/>
- Consejería de Educación Gobierno de Canarias. (2017b). *Aprendizaje cooperativo*. Kit de Pedagogía Y TIC. <https://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoescuela/pedagogic/aprendizaje-cooperativo/>
- FECOOAndalucía. (2010). *Aprendizaje Cooperativo*. Federación de Enseñanza de CC.OO. de Andalucía. <https://www.feandalucia.ccoo.es/docu/p5sd7180.pdf>
- Finkel, D. (noviembre de 2015). *5 ways to share math with kids*. Www.ted.com; TED Talks. [https://www.ted.com/talks/dan\\_finkel\\_5\\_ways\\_to\\_share\\_math\\_with\\_kids](https://www.ted.com/talks/dan_finkel_5_ways_to_share_math_with_kids)
- IES El Parador. (2015). *iParador “Un proyecto de innovación para aprender por proyectos.”* Concurso de buenas prácticas educativas “Mejora tu escuela pública.”
- INTEF. (2016a). *Video 1.2. Ideas clave 1 de la Unidad 1 #CooperaMOOC*. Youtube.com; Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado (INTEF). <https://www.youtube.com/watch?v=NQb5N2Obc3Q>
- INTEF. (2016b). *Video 1.3. Ideas clave 2 de la Unidad 1 #CooperaMOOC*. Youtube.com; Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado (INTEF). [https://www.youtube.com/watch?v=9xKrIIhw\\_ME](https://www.youtube.com/watch?v=9xKrIIhw_ME)
- INTEF. (2016c). *Video 1.4. Ideas clave 3 de la Unidad 1 #CooperaMOOC*. Youtube.com; Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado (INTEF). [https://www.youtube.com/watch?v=p3N8\\_cLYmao](https://www.youtube.com/watch?v=p3N8_cLYmao)
- INTEF. (2016d). *Video 2.3. Ideas clave 2 de la Unidad 2 #CooperaMOOC*. Youtube.com; Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado (INTEF). <https://www.youtube.com/watch?v=w5Ygxyq-LNY>
- Intykbekov, A. (2017). *Teacher perceptions of project-based learning in a Kazakh-Turkish Lyceum in the northern part of Kazakhstan*. <https://core.ac.uk/download/pdf/214473727.pdf>
- Jolly, A. (17 de junio de 2014). *Six Characteristics of a Great STEM Lesson (Opinion)*. Education Week; <https://www.edweek.org/teaching-learning/opinion-six-characteristics-of-a-great-stem-lesson/2014/06>
- Lobo Otero, Javier (2021) *Diseño de formación del profesorado desde la transformación social para el IES Galileo y el proyecto Pajarillos Educa (TFM)* Universidad de Valladolid.
- Luz, M., & De Guzmán M. (1998). *Un Club matemático para la diversidad*. Narcea.
- Martín, D., Chacón T., Curbera, G., Marcellán F., & Siles, M. (2020). *Libro blanco de las matemáticas*. Madrid Centro De Estudios Ramón Areces.

- MECD. (2013). *TEDS-M estudio internacional sobre la formación inicial en matemáticas de los maestros. IEA Informe español. Volumen II. Análisis secundario instituto nacional de evaluación educativa*. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte - Gobierno de España. <https://www.educacionyfp.gob.es/inee/dam/jcr:00934031-3a28-49d1-8c04-73c497d5b363/teds-m-vol2-linea.pdf>
- MEFP. (2015). *Competencias clave*. Educacionyfp.gob.es; Ministerio de Educación y Formación Profesional - Gobierno de España. <https://www.educacionyfp.gob.es/educacion/mc/lomce/curriculo/competencias-clave/competencias-clave.html>
- MEFP. (2020). *Una educación para el siglo XXI*. Educacionyfp.gob.es; Ministerio de Educación y Formación Profesional - Gobierno de España. <https://www.educacionyfp.gob.es/destacados/lomloe.html>
- MEFP. (2021a). *Principales novedades de la LOMLOE*. Educacionyfp.gob.es; Ministerio de Educación y Formación Profesional - Gobierno de España. <https://www.educacionyfp.gob.es/destacados/lomloe/nueva-ley-edu/novedades.html>
- MEFP. (2021b). Texto completo de la LOE con las modificaciones de la LOMLOE. En . Ministerio de Educación y Formación Profesional - Gobierno de España. <https://www.educacionyfp.gob.es/dam/jcr:f183be05-117d-4806-b24a-2f9f52d9b37f/loe-con-lomloe-texto.pdf>
- Mensah, J. K., Okyere, M., & Kuranchie, A. (2013). Student attitude towards Mathematics and performance: Does the teacher attitude matter? *Journal of Education and Practice*, 4(3).
- Montalvo, J. G. (19 de enero de 2014). *La calidad del profesorado y el fracaso escolar*. Youtube.com; ¡No al fracaso escolar! <https://www.youtube.com/watch?v=jKnSOEUvQAc>
- Morales Socorro, C. (2011). El Aprendizaje basado en Proyectos en la Educación Matemática del siglo XXI. Cuaderno de bitácora. En *MatesyMas*. 15 JAEM. <https://www.matesymas.es/wp-content/uploads/2011/07/carlosmoralesocorro.pdf>
- OECD. (2020). *Curriculum analysis - OECD Future of Education and Skills 2030*. Oecd.org; OECD. <https://www.oecd.org/education/2030-project/curriculum-analysis/>
- Consejería Educación Junta CyL. (2015). ORDEN EDU/362/2015. Orden por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la educación secundaria obligatoria en la Comunidad de Castilla y León (CyL)
- Paenza, A. (2019). Matemáticas para la vida real. Youtube.com. En *BBVA #AprendemosJuntos*. <https://www.youtube.com/watch?v=V33U1OsFVnQ>
- Pierce, L. L. (2009). Project Based Instruction in a Sixth Grade Mathematics Classroom: A Case of Roller Coasters. *Summative Projects for MA Degree, I.*

<https://digitalcommons.unl.edu/mathmidsummative/1/>

- Planas Raig, N., & Gorgorió Solà, N. (2001). Estudio de la diversidad de interpretaciones de la norma matemática en un aula multicultural. *Enseñanza de Las Ciencias. Revista de Investigación Y Experiencias Didácticas*, 19(1), 135. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.4019>
- Punset, E. (19 de enero de 2015). *Elsa Punset en el encuentro #GrandesProfes*. Youtube.com; Fundación Atresmedia. <https://www.youtube.com/watch?v=j-ImQH4xL7c>
- RTVE Redes. (4 de marzo de 2011). Redes - El sistema educativo es anacrónico. RTVE.es; Corporación de Radio y Televisión Española. <https://www.rtve.es/television/20110304/redes-sistema-educativo-anacronico/413516.shtml>
- Rico, Luis (1995). Errores y dificultades en el aprendizaje de las matemáticas. En Kilpatrick, J.; Rico, L.; Gómez, P. (Eds.), *Educación Matemática*.
- Robbins, S. P. (2004). *Comportamiento organizacional (10a. ed.)*. Pearson Educación.
- Roca, E. (26 de marzo de 2021). *Andreas Schleicher: "Sabemos educar 'robots' que repiten; ahora necesitamos pensar en educar auténticas personas."* Elpais.com; EL PAÍS. <https://elpais.com/educacion/2021-03-26/andreas-schleicher-sabemos-educar-robots-que-repiten-ahora-necesitamos-pensar-en-educar-autenticas-personas.html>
- Romero Trenas, F. (2009). *Aprendizaje significativo y constructivismo*. Federación de Enseñanza de CC.OO. de Andalucía. <https://www.feandalucia.ccoo.es/docu/p5sd4981.pdf>
- Sáenz de Cabezón, E. (18 de junio 2018). *Las matemáticas nos hacen más libres y menos manipulables*. Youtube.com; BBVA #aprendemosjuntos. <https://www.youtube.com/watch?v=BbA5dpS4CcI>
- Santiago, R. (2020). La Innovación educativa - What is the Flipped Classroom. [Www.theflippedclassroom.es](http://www.theflippedclassroom.es); The Flipped Classroom. <https://www.theflippedclassroom.es/what-is-innovacion-educativa/>
- Schleicher, A. (julio de 2012). *Use data to build better schools*. Ted.com; TED Talks. [https://www.ted.com/talks/andreas\\_schleicher\\_use\\_data\\_to\\_build\\_better\\_schools](https://www.ted.com/talks/andreas_schleicher_use_data_to_build_better_schools)
- Schoenfeld, A. H. (2016). 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>
- Silió, E. (10 de septiembre 2019). Un escolar español está peor formado que un finlandés pese a recibir 246 horas lectivas más al año. Elpais.com; EL PAÍS. [https://elpais.com/sociedad/2019/09/09/actualidad/1568064409\\_252747.html](https://elpais.com/sociedad/2019/09/09/actualidad/1568064409_252747.html)
- Trujillo Sáez, F. (30 de noviembre de 2015). Recursos sobre #ABP: dos colecciones. *Fernando Trujillo | de Estranjis*. <https://fernandotrujillo.es/recursos-sobre-abp/>

- Trujillo Sáez, F. (29 de abril de 2021). Propuestas del IES Carmen y Severo Ochoa para el #NuevoCurrículo. *Fernando Trujillo | de Estranjis*. <https://fernandotrujillo.es/propuestas-del-ies-carmen-y-severo-ochoa-para-el-nuevocurriculo/>
- Trujillo Sáez, F. (2012). *Propuestas para una escuela en el siglo XXI*. Los Libros De La Catarata.
- UNIR. (2020). Dianas de aprendizaje: qué son y para qué sirven. [Www.unir.net](http://www.unir.net); UNIR. <https://www.unir.net/educacion/revista/dianas-de-aprendizaje-que-son-y-para-que-sirven/>
- Van der Linde, G. (2014). ¿Por qué es importante la interdisciplinariedad en la educación superior? *Cuaderno de Pedagogía Universitaria*, 4(8), 11–12. <https://doi.org/10.29197/cpu.v4i8.68>
- Villani, C., & Torossian, C. (12 de febrero de 2018). *21 mesures pour l'enseignement des mathématiques*. [Www.education.gouv.fr](http://www.education.gouv.fr); Ministère de l'Éducation Nationale de la Jeunesse et des Sports. <https://www.education.gouv.fr/21-mesures-pour-l-enseignement-des-mathematiques-3242>
- von Solms, S., & Nel, H. (septiembre de 2017). STEM project based learning: Towards improving secondary school performance in mathematics and science. 2017 IEEE AFRICON, Cape Town. <https://doi.org/10.1109/afrcon.2017.8095580>
- WISE-Gallup. (2015). Encuesta WISE 2015 : conectando la educación con el mundo real. Resumen ejecutivo. In *WISE Qatar Foundation*. World Innovation Summit for Education (WISE). [https://www.wise-qatar.org/app/uploads/2019/04/sp\\_inside-survey\\_201512.pdf](https://www.wise-qatar.org/app/uploads/2019/04/sp_inside-survey_201512.pdf)
- Zafra, I. (18 de junio de 2021). *El creador del informe PISA: “La educación en España prepara a los alumnos para un mundo que ya no existe.”* [Elpais.com](http://elpais.com); EL PAÍS. <https://elpais.com/educacion/2021-06-18/el-creador-del-informe-pisa-la-educacion-espanola-prepara-a-los-alumnos-para-un-mundo-que-ya-no-existe.html>

## Anexo 1: Cuestionario antes de comenzar el proyecto



### Cuestionario antes de comenzar el proyecto

Este cuestionario será relleno por los alumnos antes de comenzar el proyecto piloto. Permite recoger información acerca de la actitud de los alumnos hacia el aprendizaje y hacia las matemáticas

Las Matemáticas son una de mis asignaturas preferidas

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

Las Matemáticas se me dan mal

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

Me gusta aprender Matemáticas

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

Aprender Matemáticas me ayuda y me ayudará en la vida cotidiana

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

Aprender Matemáticas es sólo necesario si piensas hacer una carrera de 'ciencias'

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

Las clases de Matemáticas me estimulan

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

Recibir explicaciones en clases de Matemáticas y hacer deberes en casa resulta productivo para mi aprendizaje

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

Preferiría ver las explicaciones de Matemáticas online en casa y practicarlas en clase con el profesor y los compañeros

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

Aprendo mejor cuando trabajo en las tareas con otros

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

Me gustaría tener más oportunidades de trabajar con mis compañeros en clase

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

Creo que trabajar en equipo mejoraría la relación entre los alumnos

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

## Anexo 2: Cuestionario tras finalizar el proyecto



### Cuestionario tras finalizar el proyecto

Este cuestionario será rellenado por los alumnos tras completar el proyecto piloto. Permite recoger información acerca de la experiencia de los alumnos aprendiendo por proyectos y de manera cooperativa.

Prefiero las clases convencionales a aprender por proyectos

Totalmente en desacuerdo

En desacuerdo

Ni de acuerdo ni en desacuerdo

De acuerdo

Totalmente de acuerdo

Me implico más en las tareas cuando aprendo por proyectos y de manera cooperativa

Totalmente en desacuerdo

En desacuerdo

Ni de acuerdo ni en desacuerdo

De acuerdo

Totalmente de acuerdo

Aprender por proyectos y de manera cooperativa ha requerido más esfuerzo que las clases habituales

Totalmente en desacuerdo

En desacuerdo

Ni de acuerdo ni en desacuerdo

De acuerdo

Totalmente de acuerdo

Aprender por proyectos y de manera cooperativa me ha resultado estresante

Totalmente en desacuerdo

En desacuerdo

Ni de acuerdo ni en desacuerdo

De acuerdo

Totalmente de acuerdo

Trabajando en el proyecto he aprendido a ser más autónomo y a tener iniciativa propia

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

Prefiero trabajar individualmente a trabajar en equipo

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

El trabajo en equipo ha funcionado bien y todos hemos contribuido

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

El trabajo en equipo me ha ayudado a aprender más

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

Aprender por proyectos y de manera cooperativa ha mejorado la relación con los profesores

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

Aprender por proyectos y de manera cooperativa ha mejorado la relación con los compañeros de clase

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

111

Entiendo mejor las asignaturas trabajando por proyectos

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

Lo que he aprendido es de utilidad en la vida real

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

Me he sentido cómodo aprendiendo matemáticas de esta manera

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

Me he sentido más capaz de hacer matemáticas aprendiendo por proyectos y en equipo

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

Entiendo mejor la utilidad de las matemáticas aprendiéndolas con un proyecto

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

Me gustaría continuar aprendiendo con proyectos y en equipo el próximo trimestre

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

## Anexo 3: Rúbrica de evaluación

RÚBRICA DE HETEROEVALUACIÓN			
	Necesita mejora (0-4)	Bien trabajado (5-7)	Trabajo sobresaliente (8-10)
<b>PORTFOLIO</b>			
<b>Tarea 1: Identificar los recursos hídricos disponibles</b>	Faltan contestaciones a las preguntas. Faltan justificaciones a las respuestas dadas a las preguntas. Faltan citas a fuentes que eran necesarias.	Proporcionan contestaciones a todas las preguntas, pero algunas son incompletas o incorrectas. Falta alguna justificación o las dadas no son correctas. Falta citar alguna fuente que eran necesarias.	Proporcionan contestaciones correctas y completas a todas las preguntas. Proporcionan justificaciones correctas y completas para todas las respuestas. Citan todas las fuente que eran necesarias.
<b>Tarea 2: Investigar como determinar cantidades de lluvia y de riego</b>	No explican qué herramientas y conocimientos planean utilizar. No explican qué parámetros, datos, tipos de magnitudes y medidas requieren.	Explican qué herramientas y conocimientos planean utilizar, aunque no de manera correcta y completa. Explican qué parámetros, datos, tipos de magnitudes y medidas requieren, , aunque no de manera correcta y completa	Explican de manera correcta y completa qué herramientas y conocimientos planean utilizar. Explican de manera correcta y completa qué parámetros, datos, tipos de magnitudes y medidas requieren.
<b>Tarea 3: Recogida y representación de datos</b>	Los registros de datos se han hecho de manera incompleta e incorrecta. Los cálculos no se han hecho o son incorrectos. Los datos no se han representado gráficamente o se ha hecho de manera incorrecta. No se han comentado las observaciones e interpretaciones.	Los registros de datos se han hecho aunque con algunos fallos. Los cálculos se han hecho aunque con algunos fallos. Los datos se han representado gráficamente aunque con algún fallo. Se han comentado las observaciones e interpretaciones aunque requieren algunas mejoras.	Los registros de datos se han hecho de manera correcta y completa. Los cálculos se han hecho de manera correcta y completa. Los datos se han representado gráficamente de manera correcta y completa. Se han comentado las observaciones e interpretaciones de manera correcta y completa.
<b>Tarea 4: Usar y explicar climogramas</b>	Faltan respuestas a las preguntas y las respuestas proporcionadas no son correctas. Faltan los cálculos realizados para contestar a las preguntas y los cálculos proporcionados no son correctos.	Proporcionan respuestas a todas las preguntas aunque algunas respuestas son incorrectas o incompletas. Proporcionan los cálculos realizados para contestar a las preguntas aunque algunos cálculos son incorrectos o incompletos.	Proporcionan respuestas a todas las preguntas de manera correcta y completa. Proporcionan los cálculos realizados para contestar a las preguntas de manera correcta y completa.
<b>Tarea 5: Cálculo de volúmenes de agua</b>	No determinan el agua de precipitaciones disponible. No determinan si sería suficiente para regar todo el huerto.	Determinan el agua de precipitaciones disponible, aunque de manera incorrecta o incompleta. Determinan si sería suficiente para regar todo el huerto, aunque de manera incorrecta o incompleta.	Determinan el agua de precipitaciones disponible, de manera correcta y completa. Determinan si sería suficiente para regar todo el huerto, de manera correcta y completa.
<b>PRODUCTO FINAL</b>			
<b>Resumen de la respuesta al reto inicial</b>	Falta claridad y no es conciso. Respuesta al reto incompleta. Respuesta al reto no justificada.	Claro y conciso en su mayoría, pero espacio para mejorar. Respuesta al reto es completa aunque faltan matices. Respuesta al reto justificada, pero de manera incompleta o no del todo correcta.	Claro, conciso, completo y bien justificado.
<b>Diseño propuesto para la recogida de agua de lluvia y el riego del huerto</b>	No se proporciona un diseño o es muy incompleto	El diseño es completo, pero requiere mejoras para ser realizable.	Es factible y realizable.
<b>PARTICIPACIÓN, ORGANIZACIÓN Y PLANIFICACIÓN</b>			
<b>Implicación y participación</b>	Se ha mostrado habitualmente distraído o desinteresado por el trabajo de su equipo. Sus faltas de asistencia han impedido significativamente su avance y el de su equipo en el proyecto.	Ha estado preparado para trabajar cada día, interesándose por el avance del proyecto. Sus faltas de asistencia no han perjudicado en ningún momento el trabajo del equipo.	Ha trabajado duro y con entusiasmo en el desarrollo del proyecto. Ha invertido una significativa cantidad de tiempo para realizar el proyecto.
<b>Organización y planificación</b>	No ha cumplido con su parte del trabajo en casi ningún momento. Sus partes del trabajo no se han entregado o se han hecho fuera de tiempo.	Ha cumplido en todo momento con su parte del trabajo. Ha respetado los plazos de entrega de sus trabajos.	Además de cumplir en tiempo y forma con su trabajo, ha compensado cualquier trabajo pendiente de otros miembros del equipo para no perjudicarlo en el proyecto.

<b>RÚBRICA DE HETEROEVALUACIÓN (Continuación)</b>			
	<b>Necesita mejora (0-4)</b>	<b>Bien trabajado (5-7)</b>	<b>Trabajo sobresaliente (8-10)</b>
<b>INTERACCIÓN CON EL EQUIPO</b>			
<b>Relación con el equipo</b>	Ha realizado las tareas de manera individualista sin contar ni escuchar la opinión del resto de los miembros. Intenta imponer sus decisiones sin atender ni valorar las intervenciones de los demás miembros de su grupo o la exposición de otros.	Ha interactuado bien con el resto de miembros del equipo. Ha realizado las tareas de manera más o menos conjunta y ha conversado, debatido y planteado ideas alternativas.	Su relación e interacción con el resto de miembros del equipo es muy buena o excelente. Ha realizado las tareas de colaborando con los demás, y ha conversado, debatido y planteado ideas alternativas.
<b>Educación y respeto</b>	No respeta el turno de palabra. Ha faltado al respeto, insultado o tratado con desprecio a algún miembro del equipo o compañero de clase.	Respeto el turno de palabra. Ha respetado a los miembros de su equipo, solucionando las posibles rencillas ocurridas.	Ha tratado a todos los miembros del equipo con educación, respetando las opiniones de los demás y expresándose libremente.
<b>INICIATIVA, RESPONSABILIDAD Y LIDERAZGO</b>			
<b>Iniciativa y liderazgo</b>	Ha jugado un papel pasivo en el trabajo del equipo, generando pocas ideas nuevas. Se ha limitado a hacer lo que sus compañeros de equipo le dijeron que hiciera. No solicita ayuda cuando lo necesita para avanzar en el proyecto.	Ha jugado un papel activo en el trabajo del equipo, generando nuevas ideas. Ha tenido iniciativa para organizar y finalizar las tareas. Ha solicitado ayuda cuando la ha necesitado.	Ha ofrecido su liderazgo al equipo, organizando y dividiendo atentamente el trabajo, verificando su avance y brindando enfoque y dirección al proyecto.
<b>Facilitación y apoyo</b>	No ha parecido capaz y/o dispuesto a ayudar a los demás. No realiza críticas constructivas al proyecto o a sus compañeros de equipo. Se ha desentendido de ayudar a los miembros de su equipo.	Se mostró dispuesto a ayudar a otros miembros del equipo. Ha escuchado activamente las ideas de los demás. Ha ayudado a crear un clima de trabajo positivo en el equipo.	Ha verificado activamente con otros el avance de cada miembro, realizando críticas constructivas con intención de ayudar a los compañeros de equipo.
<b>PRESENTACIÓN Y EXPOSICIÓN</b>			
<b>Material de presentación</b>	Faltan todos o casi todos los contenidos. Sin formato consistente. Sin orden.	Incluyen todos los contenidos, aunque alguno de manera incompleta o incorrecta. El formato es en su mayoría correcto, aunque requiere mejoras. Buen orden, aunque requiere alguna mejora.	Incluyen todos los contenidos de manera completa y correcta. El formato es correcto. Buen orden.
<b>Expresión oral</b>	No se comprende. Con mayores errores de expresión. Muy incompleta.	Se comprende, con alguna pequeña excepción. Sin errores de expresión mayores. Completa, con alguna pequeña excepción.	Se comprende bien. Sin errores de expresión. Completa.
<b>Coordinación entre los miembros</b>	Sin coordinación, ni equilibrio en las intervenciones de todos los miembros.	Buena coordinación y equilibrio en las intervenciones de todos los miembros.	Muy buena coordinación y equilibrio en las intervenciones de todos los miembros.

<b>RÚBRICA DE HETEROEVALUACIÓN (Continuación)</b>			
	<b>Necesita mejora (0-4)</b>	<b>Bien trabajado (5-7)</b>	<b>Trabajo sobresaliente (8-10)</b>
<b>NIVEL DE COMPETENCIA MATEMÁTICA</b>			
<b>Redondeo</b>	No puede explicar el concepto. No sabe aplicarlo.	Puede explicar el concepto, aunque con incorrecciones. Sabe aplicarlo, aunque con errores.	Puede explicar el concepto con pequeñas incorrecciones ocasionalmente. Sabe aplicarlo y comete pequeños errores ocasionalmente.
<b>Números negativos</b>	No puede explicar el concepto. No sabe aplicarlo.	Puede explicar el concepto, aunque con incorrecciones. Sabe aplicarlo, aunque con errores.	Puede explicar el concepto con pequeñas incorrecciones ocasionalmente. Sabe aplicarlo y comete pequeños errores ocasionalmente.
<b>Magnitudes y medidas</b>	No sabe explicar lo que son, ni dar ejemplos. Sus cálculos son mayoritariamente incorrectos.	Puede explicar lo que son y dar ejemplos, aunque con incorrecciones. Sus cálculos son a menudo correctos.	Puede explicar lo que son y dar ejemplos, con incorrecciones mínimas. Sus cálculos son mayoritariamente correctos.
<b>Superficies geométricas</b>	No sabe explicar lo que son, ni dar ejemplos. Sus cálculos son mayoritariamente incorrectos.	Puede explicar lo que son y dar ejemplos, aunque con incorrecciones. Sus cálculos son a menudo correctos.	Puede explicar lo que son y dar ejemplos, con incorrecciones mínimas. Sus cálculos son mayoritariamente correctos.
<b>Proporcionalidad</b>	No puede explicar el concepto. No sabe aplicarlo.	Puede explicar el concepto, aunque con incorrecciones. Sabe aplicarlo, aunque con errores.	Puede explicar el concepto con pequeñas incorrecciones ocasionalmente. Sabe aplicarlo y comete pequeños errores ocasionalmente.
<b>Muestra estadística</b>	No puede explicar el concepto. No sabe aplicarlo.	Puede explicar el concepto, aunque con incorrecciones. Sabe aplicarlo, aunque con errores.	Puede explicar el concepto con pequeñas incorrecciones ocasionalmente. Sabe aplicarlo y comete pequeños errores ocasionalmente.
<b>Valores estadísticos</b>	No sabe explicar lo que son, ni dar ejemplos. Sus cálculos son mayoritariamente incorrectos.	Puede explicar lo que son y dar ejemplos, aunque con incorrecciones. Sus cálculos son a menudo correctos.	Puede explicar lo que son y dar ejemplos, con incorrecciones mínimas. Sus cálculos son mayoritariamente correctos.
<b>Interpretación de gráficas</b>	No puede interpretar gráficas o lo hace con muchos errores.	Puede interpretar gráficas aunque lo hace con algunos errores.	Puede interpretar gráficas sin apenas errores.
<b>Parámetros estadísticos</b>	No sabe explicar lo que son, ni dar ejemplos. Sus cálculos son mayoritariamente incorrectos.	Puede explicar lo que son y dar ejemplos, aunque con incorrecciones. Sus cálculos son a menudo correctos.	Puede explicar lo que son y dar ejemplos, con incorrecciones mínimas. Sus cálculos son mayoritariamente correctos.
<b>Gráficos estadísticos</b>	No puede crear, ni interpretar gráficos o lo hace con muchos errores.	Puede crear e interpretar gráficos aunque lo hace con algunos errores.	Puede crear e interpretar gráficos sin apenas errores.
<b>Coordenadas cartesianas</b>	No puede explicar el concepto. No sabe aplicarlo.	Puede explicar el concepto, aunque con incorrecciones. Sabe aplicarlo, aunque con errores.	Puede explicar el concepto con pequeñas incorrecciones ocasionalmente. Sabe aplicarlo y comete pequeños errores ocasionalmente.
<b>Funciones lineales</b>	No puede explicar el concepto. No sabe aplicarlo.	Puede explicar el concepto, aunque con incorrecciones. Sabe aplicarlo, aunque con errores.	Puede explicar el concepto con pequeñas incorrecciones ocasionalmente. Sabe aplicarlo y comete pequeños errores ocasionalmente.
<b>Tablas de frecuencia</b>	No puede explicar el concepto. No sabe aplicarlo.	Puede explicar el concepto, aunque con incorrecciones. Sabe aplicarlo, aunque con errores.	Puede explicar el concepto con pequeñas incorrecciones ocasionalmente. Sabe aplicarlo y comete pequeños errores ocasionalmente.
<b>Polígonos de frecuencias</b>	No puede crear, ni interpretar polígonos de frecuencia o lo hace con muchos errores.	Puede crear e interpretar polígonos de frecuencia aunque lo hace con algunos errores.	Puede crear e interpretar polígonos de frecuencia sin apenas errores.