



Universidad de Valladolid

TRABAJO FIN DE MÁSTER

**MÁSTER EN PROFESOR DE EDUCACIÓN
SECUNDARIA OBLIGATORIA Y
BACHILLERATO, FORMACIÓN
PROFESIONAL Y ENSEÑANZAS DE IDIOMAS**

Especialidad de Tecnología e Informática

**Nuevos elementos multimedia
mediante dispositivos móviles,
aplicados en ámbito educativo.**

**New multimedia elements through
mobile devices, applied in educational
environment.**

Autor:

D. Pedro J. Moreno Fernández

Tutor:

Dr. D. Miguel Ángel González Rebollo

Valladolid, 09 de octubre de 2018

Resumen

Toda controversia estará siempre a la orden del día con respecto al uso de los dispositivos móviles en clase, siempre habrá detractores y defensores ante una realidad que está tanto dentro como fuera del recinto escolar. Nos encontramos ante muchos estudios que lanzan datos y estadísticas sobre el uso del móvil en las aulas y el rendimiento escolar, y todavía seguimos desconfiando de ellos. Pero en cualquier caso estamos ante un dispositivo ya asentado en nuestra sociedad actual, y se analizarán sus pros y sus contras, considerando todos los elementos que intervienen.

Por otro lado, se describirán las experiencias vividas en el despliegue de dos tecnologías vanguardistas, en un instituto en concreto (IES Francesc de Borja i Moll, Palma de Mallorca). Estas dos tecnologías son la Realidad Aumentada y la Realidad Virtual, dos tecnologías que están en la vanguardia de la tecnología actual, y con un futuro de aplicaciones inimaginable. Y aunque existen pequeñas experiencias puntuales con esta tecnología en diferentes centros de diferentes países, hoy en día no se puede considerar una herramienta TIC globalmente utilizada en los institutos de España. Se argumentará su uso en los institutos, no solo en Tecnología, sino en otras posibles asignaturas.

Abstract

Use of mobile devices in the classroom will always be a controversial topic, by the fact that there will always be detractors and defenders even when it's currently a reality inside and outside of school. We are faced with many studies that release data and statistics on the use of mobile phones in classrooms and its effect on learning achievements, yet we still don't trust them. But in any case, mobile devices are already established in our society, and its pros and cons will be analysed, considering all the elements involved.

On the other hand, we will describe the experiences gained from two emerging technologies employed in the school IES Francesc de Borja I Moll, Palma de Mallorca. These two technologies are Augmented Reality and Virtual Reality, both at the leading edge of today's technology, with limitless possibilities in future applications. Although unfortunately these technologies are not used in our education system, we will study its use in schools, not only in Technology, but in other possible subjects.

Agradecimientos a...

Mi familia y amigos, mis compañeros y profesores del master, y todos los docentes que he conocido a lo largo del curso 2017-18.

A todos ellos, gracias por animarme en esta nueva aventura.

Índice

Lista de Figuras	9
Lista de Tablas.....	11
1. Introducción.....	13
2. Nuevas tecnologías multimedia.....	15
2.1. Realidad Aumentada.....	15
2.1.1. Historia.....	15
2.1.2. Elementos básicos	16
2.1.3. Aplicaciones actuales.....	17
2.2. Realidad Virtual.....	20
2.2.1. Historia.....	21
2.2.2. Elementos básicos	22
2.2.3. Aplicaciones actuales.....	26
2.3. Realidad Mixta.....	27
2.3.1. Historia.....	29
2.3.2. Elementos básicos	30
2.3.3. Aplicaciones actuales.....	32
3. Aplicaciones en el aula.....	35
3.1. Contexto socio-histórico del centro	35
3.1.1. Historia del centro.....	35
3.1.2. Ubicación geográfica	36
3.1.3. Contexto socioeconómico y características demográficas de la zona ..	38
3.1.4. Posibilidades formativas del centro y del entorno	39
3.1.5. Perfil sociológico del alumnado	40
3.1.6. Condición laboral de los padres	45
3.2. Fundamentos pedagógicos	45
3.3. Realidad Aumentada en IES Francesc Borja i Moll	50
3.3.1. Trabajo previo.....	50
3.3.2. Sesión 1.....	51
3.3.3. Sesión 2.....	52
3.4. Realidad Virtual en IES Francesc Borja i Moll	52
3.4.1. Trabajo previo.....	52
3.4.2. Sesión 3.....	54
3.4.3. Sesión 4.....	54

3.5. Feedback del alumnado y del profesorado	56
3.6. Definición de actividades y propuestas de mejora.....	58
3.6.1. Actividad 1: Diseña tu habitación con Realidad Aumentada	60
3.6.1. Actividad 2: Yincana de Realidad Aumentada.....	61
3.6.2. Actividad 3: Visita tu habitación con Realidad Virtual	62
Conclusión.....	63
4. Bibliografía.....	65
Anexo A. Características técnicas de las principales gafas de RV autónomas	71
Anexo B. Características técnicas de las principales gafas de RV que necesitan dispositivo móvil	73
Anexo C. Características técnicas de las principales gafas de Realidad Mixta.....	75
Anexo D. Centros escolares en Palma de Mallorca.....	77
Anexo E. Tutorial para la generación de Realidad Aumentada a través de ficheros <i>Sketchup</i> y programas Aumentaty Scope/ Viewer	79
Anexo F. Tutorial para la generación de Realidad Virtual a través de ficheros <i>Sketchup</i> y programa <i>Kubity</i>	91
Anexo G. Encuestas inicial y final, usadas en las sesiones de Realidad Aumentada.....	95
Anexo H. Encuesta final, usada en las sesiones de Realidad Virtual	97

Lista de Figuras

Figura 2.1. Diagrama de la Realidad Aumentada	16
Figura 2.2. Catálogo de Ikea en Realidad Aumentada	17
Figura 2.3. Aplicación Learn AR y los órganos humanos.	18
Figura 2.4. App Element 4D, Física y Química.	19
Figura 2.5. App Quiver, Geología, erupción de un volcán.	20
Figura 2.6. Máquina de Heilig.....	21
Figura 2.7. Gafas de RV de Sega (1993) y gafas de RV de Sony (2017).	22
Figura 2.8. De izquierda a derecha, sistema CAVE de la universidad de Illinois (sistema de RV semi-inmersivo) y Playstation 4 (sistema no inmersivo).....	23
Figura 2.9. Principales gafas RV autónomas del mercado.	24
Figura 2.10. Componentes internos de las gafas RV autónomas.	24
Figura 2.11. Gafas RV móvil	25
Figura 2.12. De izq. a der., Virtuix Omni y Cyberith Virtualizer.	26
Figura 2.13. Continuo de la virtualidad, de Milgram y Kishino (1994).....	28
Figura 2.14. Project Tango, de Google.	29
Figura 2.15. Proyecto Virtual Fixtures desarrollado en US Air Force en 1992.....	29
Figura 2.16. Puntos vitales en la Realidad Virtual.	30
Figura 2.17. Tecnología interna dentro de unas gafas de Realidad mixta (Hololens).....	31
Figura 2.18. Aplicación para chequear compatibilidad con Windows Mixed Reality.	31
Figura 2.19. Cirujano usando la Realidad Mixta.....	32
Figura 2.20. Hombre del tiempo en el programa AMHQ, en la cadena The weather channel.	33
Figura 3.1. Francesc Borja i Moll.....	36
Figura 3.2. Entrada al centro IES Francesc de Borja i Moll.	36
Figura 3.3. Mapa de distritos de Palma de Mallorca.....	37
Figura 3.4. Instituto buscado a través de Google Maps.	37
Figura 3.5. Distribución de los diferentes bloques dentro del IES FBiM.	38
Figura 3.6. Matriculados en ESO y en 1º ESO.	41
Figura 3.7. Alumnos matriculados fuera del plazo ordinario.....	41
Figura 3.8. Porcentaje de alumnos con NESE en el centro y en la comunidad autónoma.	42
Figura 3.9. Histograma comparando los porcentajes de HE e IT entre el centro y la comunidad autónoma.....	42
Figura 3.10. Porcentaje de alumnos con IT y desconocimiento de español y catalán.....	43
Figura 3.11. Amonestaciones en el presente curso escolar.	44
Figura 3.12. Sanciones en el presente curso escolar.	44
Figura 3.13. Diseño de un videojuego, por parte de un alumno de 2º ESO.	47
Figura 3.14. Aula de informática de la asignatura de Tecnología.....	52
Figura 3.15. Visión estereoscópica en la pantalla del móvil, a través de Kubity.....	56
Figura E. 1. Pantalla principal de Sketchup.	79
Figura E. 2. 3D Warehouse, repositorio online de diseños en Sketchup.	80
Figura E. 3. Diseño de un dormitorio en Sketchup.	80

Figura E. 4. Opción de exportar a otros ficheros 3D.....	81
Figura E. 5. Ficheros 3D válidos para Aumentaty Creator.	81
Figura E. 6. Mejores opciones para exportación de imágenes.	82
Figura E. 7. Creación de un nuevo proyecto en Aumentaty Creator.....	83
Figura E. 8. Creación de una nueva ficha en Aumentaty Creator.	83
Figura E. 9 . Creación de un marcador para el proyecto en Aumentaty Creator.	84
Figura E. 10. Previsualización del marcador del proyecto en Aumentaty Creator.	84
Figura E. 11. Diferentes elementos multimedia dentro de la ficha, en Aumentaty Creator.....	85
Figura E. 12. Creación de un elemento 3D dentro de la ficha, en Aumentaty Creator.....	85
Figura E. 13. Modelos 3D preestablecidos e importación de elementos 3D propios, en Aumentaty Creator.	86
Figura E. 14. Previsualización del modelo 3D, en Aumentaty Creator.	86
Figura E. 15. Nombre y descripción del modelo 3D de nuestra librería, en Aumentaty Creator.	87
Figura E. 16. Finalizada la ficha en Aumentaty Creator.	87
Figura E. 17. Publicación del proyecto en Aumentaty Creator.....	88
Figura E. 18. Aplicación Aumentaty Scope, disponible tanto para Android como para IOS.....	88
Figura E. 19. Visualización de la Realidad Aumentada a través de la app Aumentaty Scope.	89
Figura E. 20. Visualización de la Realidad Aumentada a través de la app Aumentaty Scope (2).....	89
Figura F. 1. Modelado 3D mediante Sketchup.....	91
Figura F. 2. Opción de guardar dentro de Sketchup.....	92
Figura F. 3. Pantalla inicial del programa Kubity.	93
Figura F. 4. Proyecto con el modelo 3D cargado.....	93
Figura F. 5. Aplicación Kubity Go generando vista estereoscópica.	94
Figura F. 6. Montaje de las gafas VR Shinecon.....	94
Figura G. 1. Encuesta inicial de RA.	95
Figura G. 2. Encuesta final de RA.....	96
Figura H. 1. Encuesta final de RV (primera página).....	97
Figura H. 2. Encuesta final de RV (segunda página).	98

Lista de Tablas

Tabla 3.1. Estadísticas de los barrios implicados en Palma de Mallorca.....	39
Tabla 3.2. Oferta de ciclos formativos en IES Francesc de Borja i Moll (curso 18-19).....	40
Tabla 3.3. Porcentaje de alumnos que no llega a 3º ESO.....	43
Tabla 3.4. Ficha actividad propuesta Nº1.....	60
Tabla 3.5. Ficha actividad propuesta Nº2.....	61
Tabla 3.6. Ficha actividad propuesta Nº3.....	62
Tabla A. 1. Principales gafas de Realidad Virtual autónomas.....	71
Tabla B. 1. Principales gafas de RV dependientes de móvil.....	73
Tabla C. 1. Principales gafas de Realidad Mixta.....	75
Tabla E. 1. Centros escolares con ciclos formativos en la ciudad de Palma de Mallorca....	77

1. Introducción

La Realidad Virtual y la Realidad Aumentada son campos en continuo avance, con una gran cantidad de aplicaciones en diferentes campos. Especialmente remarcable es el gran potencial para su aplicación en la educación. Por tanto, el presente trabajo académico se centrará en su aplicación directa en un instituto de secundaria y en diferentes cursos, y se evaluará las ventajas y desventajas desde el punto de vista educativo.

El presente trabajo pretende también ser una ayuda para todo aquel docente que pretenda usar dichas herramientas en sus clases. Se adjuntan en los anexos tutoriales sobre cómo usar estas herramientas, con aplicaciones disponibles en la actualidad y con propuestas directas de actividades realizables en clase.

La educación en España está actualmente regulada por la LOE (Ley Orgánica de Educación), con las modificaciones introducidas por la LOMCE (Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa). Es un derecho universal del niño/a que garantiza el acceso de los ciudadanos a la educación, y en España se considera obligatoria hasta los 16 años.

Como aspectos negativos de dichos cambios legislativos, se ha aumentado la jornada lectiva del profesorado, las ratios de alumnado por clase, la limitación de la tasa de reposición del profesorado público que se jubilaba, el retraso en la sustitución de las bajas del profesorado, y subidas en las tasas universitarias.

Pero existen datos todavía más preocupantes, como el fracaso y el abandono escolar. No hay que olvidar que la tasa de abandono escolar temprano en España (18%) está 8 puntos por encima de la media de la UE, según un estudio publicado por Fundación BBVA. Según datos de la última Encuesta de Población Activa (EPA) correspondiente al último trimestre de 2017, el porcentaje de jóvenes de entre 18 a 24 años que tiene como máximo el título de enseñanza secundaria obligatoria es el 18,28%, 7 puntos menos que en 2016 [1], [2].

Tanto la Realidad Aumentada como la Realidad Virtual son, a día de hoy, tecnologías multimedia vanguardistas, que pueden ser una herramienta contra este fracaso y absentismo escolar, y alejadas de diferentes mitos (tecnologías caras, sin usos prácticos, problemáticas para la salud, etc.). Más adelante se hablará de estos puntos, pero se ha de resaltar un objetivo claro en el presente TFM. Se darán argumentos con los que solventar uno de las dificultades que se da en la implantación de los institutos en España: la RA y la RV son desconocidas para los profesores de instituto. Este desconocimiento es el principal hándicap de su uso, si un profesor no lo conoce, no podrá concebirlo como una herramienta en la educación. Para ello, se detallarán las diferentes sesiones expuestas en el instituto, y su feedback, tanto del alumnado como de los profesores implicados. Además, se adjuntarán tutoriales en los anexos, por lo que se facilitará la tarea de familiarización con estas herramientas.

Otro inconveniente que se podría dar para la implantación de estas dos tecnologías es, en sí, la implantación de la herramienta TIC que la hace posible: el dispositivo móvil. Actualmente en la mayoría de centros, y a través del Reglamento de Régimen Interior, se prohíbe el uso de teléfonos móviles y es sancionable su posesión dentro del recinto. Otros países, como Francia, están prohibiendo el uso de móviles hasta en los

recreos, aludiendo a aspectos psicológicos y sociológicos negativos en su uso. No obstante, y volviendo al nivel del instituto, los propios Reglamentos de Régimen Interior permiten una excepción a la prohibición: para un uso didáctico, en presencia del profesor y con el permiso del centro. En nuestro caso, se tratan de actividades específicas aprobadas tanto por el centro como por el profesor titular, y con el fin de probarlas como herramientas didácticas y ampliar la programación de la asignatura [3], [4].

En cualquier caso, se ha comentado la opción del móvil como una forma de reducir gastos por parte del organismo educativo, dada su amplia difusión a cada vez edades más tempranas. Pero también es posible considerar otros dispositivos móviles, como las tablets. Otra opción interesante por parte del instituto, y como una solución actualmente usada en empresas automovilísticas, podría ser el uso de tablets customizadas y capadas, de manera que los alumnos no puedan salir de las propias aplicaciones didácticas.

Previamente se han tratado tanto las opciones de móviles como de tablets, como posibles soportes en donde se puede apoyar la RA y la RV, pero el futuro es incierto. Otras tecnologías en fase de experimentación (como la Realidad Mixta) y otros dispositivos que actualmente existen, pero a un precio económico muy privativo, están cada vez más cerca de convertirse en realidad. En el presente trabajo se mencionará la situación actual de la Realidad Mixta y de los dispositivos que la permiten, con el fin de que más adelante se pueda establecer una evolución global de las 3 tecnologías.

Sobre la tecnología hay tres visiones muy definidas que se contradicen y que a la vez funcionan dependiendo el contexto o grupo de personas. Por ejemplo, Carroll W. Pursell dice que la tecnología es un medio y no un fin. Melvin Krasberg dice que la tecnología no es buena ni mala, pero tampoco es neutral y Jacques Ellul dice que no importa cómo se utilice, tiene de por sí consecuencias negativas y positivas [5]. En este sentido, y en especial con la controversia generada con respecto al uso de móviles por parte del alumnado en las clases, se entiende la duda razonable por parte del profesorado. Pero los tiempos cambian, y el instituto y las organizaciones responsables de la educación (como la Consellería de educación) deben de tomar parte activa de este punto, y modernizar los institutos y formar a los profesores en las nuevas TIC. De ahí la importancia de buscar la innovación continuamente, ir adquiriendo datos, feedback de cada dispositivo y su uso en la educación. El beneficio puede merecer la pena, pero solo si se da la infraestructura necesaria a los institutos, si se les entrena a los profesores, y, por último, los alumnos toman conciencia.

2. Nuevas tecnologías multimedia

Donde antaño las referencias multimedia por excelencia fueron video y audio, se nos presenta un mundo de nuevas alternativas multimedia 2.0. Multitud de empresas invierten hoy en día en patentes enfocadas en holografía, realidad aumentada, realidad virtual, realidad mixta, etc. La razón es sencilla, cualquiera de las tecnologías anteriormente citadas tiene multitud de aplicaciones.

Por otro lado, la disminución de los costes gracias a la globalización y el mercado emergente de países en vía de desarrollo, impulsa estas nuevas tecnologías. Unido al aporte diario de ideas en las diferentes plataformas de Streaming, muchas de ellas por multitud de profesores de diferentes países, contribuye a un enriquecimiento global.

2.1. Realidad Aumentada

La Realidad Aumentada, muchas veces abreviada como RA, es el término que se usa para definir la visión de un entorno físico del mundo real, a través de un dispositivo tecnológico [6],[7]. Este dispositivo o conjunto de dispositivos, añaden información virtual a la información física ya existente; es decir, una parte sintética virtual a la real. De esta manera; los elementos físicos tangibles se combinan con elementos virtuales, creando así una realidad aumentada en tiempo real.

2.1.1. Historia

El origen de la Realidad Aumentada se remonta a 1992, cuando Tom Caudell [8] sugirió este término (Augmentaty Reality), mientras estaba implicado en los desarrollos que la compañía realizaba para mejorar sus procesos de fabricación, y donde se usaba un software para desplegar los planos de cableado sobre las piezas producidas. Esta idea de usar información suplementaria y virtual, sobre información real sería la antesala de este concepto. Posteriormente, diferentes definiciones y medios se van alternando.

En 1997, Ronald Azuma [9] incluye 3 ideas vitales como requisitos para tener RA:

- Combinación de elementos reales y virtuales.
- Visión interactiva y en tiempo real.
- Representación en 3D.

Además, Paul Milgram y Fumio Kishino (1994) definen un concepto interesante, *Real-Virtuality Continuum*, también conocido como el continuo de la virtualidad [10], como un tramo donde se cubre desde el entorno real a un entorno virtual puro. En el medio hay *realidad aumentada* (está más cerca del entorno real) y *virtualidad aumentada* (está más cerca del entorno virtual). Es por tanto una definición interesante, puesto que une la Realidad Aumentada y la Realidad Virtual, como el blanco y el negro, pero aceptando también una gama de tonalidades grises (como el concepto de la Realidad Mixta).

2.1.2. Elementos básicos

En cuanto a los elementos que integran esta tecnología, se puede hacer una separación básica de 6 elementos que intervienen de manera obligatoria:

- **Cámara.** Es el dispositivo que capta la imagen del mundo real. Puede ser la cámara web del ordenador o bien la cámara del teléfono inteligente o de la tableta.
- **Procesador.** Es el elemento de hardware que combina la imagen con la información que debe superponer.
- **Software.** Es el programa informático específico que gestiona el proceso.
- **Pantalla.** En ella se muestran combinados los elementos reales y virtuales.
- **Conexión a Internet.** Se utiliza para enviar la información del entorno real al servidor remoto y recuperar la información virtual asociada que se superpone a este. Puede ser un elemento opcional.
- **Marcador/Trigger.** Es un elemento del mundo real que el software utiliza para reconocer el entorno físico y seleccionar la información virtual asociada que se debe añadir. Puede ser un código QR, una imagen, un objeto, coordenadas GPS específicas, o incluso una combinación de lo citado anteriormente.

A continuación se muestra un esquema con algunos de los elementos de la Realidad Aumentada descritos previamente, recogido de la web del grupo de investigación AiR [11].

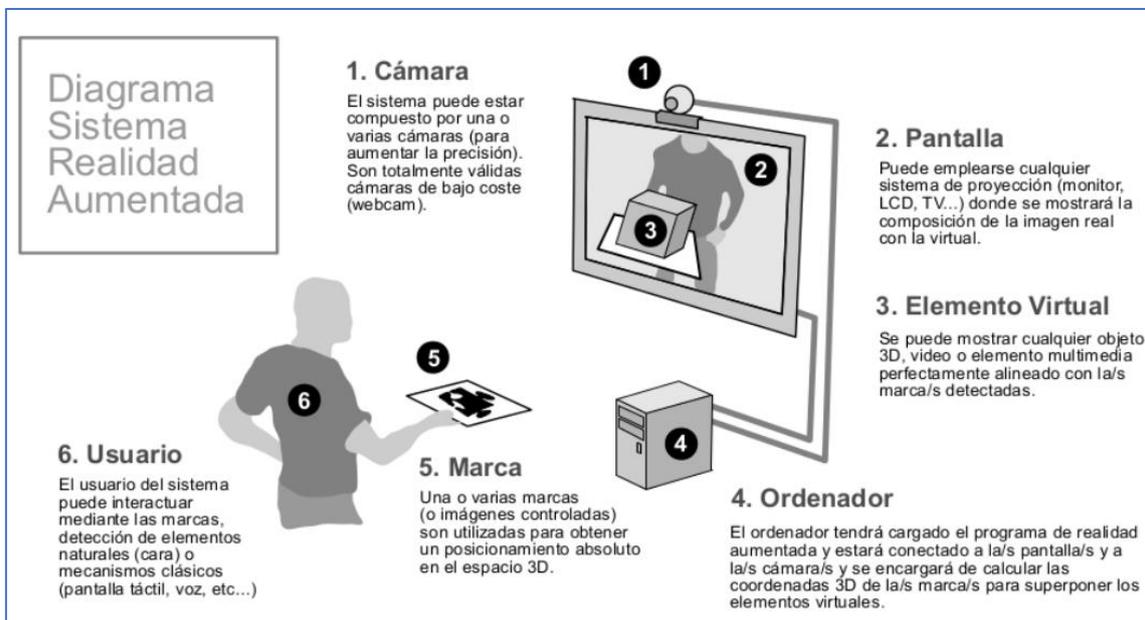


Figura 2.1. Diagrama de la Realidad Aumentada

Volviendo a la definición inicial, y considerando los elementos anteriores, este “dispositivo tecnológico” puede ser perfectamente el móvil que todos llevamos a diario en nuestro bolsillo. Puesto que la mayoría de móviles actuales cuentan con

cámara y microprocesadores de bajo consumo capaces de hacer multitud de procesos complejos, como el procesamiento de señales y la representación de modelos 3D en tiempo real. Pero no es ni mucho menos el único dispositivo, de hecho, actualmente también se puede ver esta tecnología en tablets, ordenadores personales, en gafas y visores personales.

2.1.3. Aplicaciones actuales

Actualmente las aplicaciones son muchas, y abarcan diferentes campos. Por ejemplo, en el deporte, algunas difusiones de deportes en abierto usan disparadores en el estadio, para reproducir con Realidad Aumentada líneas que demarquen determinadas jugadas o decisiones arbitrales. Dentro del ocio, también se puede encontrar un número elevado de videojuegos que gozan de gran popularidad, como *Pokemon Go*, donde este juego genera determinados personajes del videojuego dentro del paisaje que graba la cámara del dispositivo.

Multitud de empresas usan también esta tecnología para difundir sus productos y promocionarlos. Por ejemplo, Ikea permite representar su catálogo de productos en cualquier casa, con la ayuda de un dispositivo móvil o Tablet [12]. Marcas de relojes como Tissot ofrecen desde hace tiempo aplicaciones personalizadas (y actualizadas regularmente) para poder probar como quedan sus relojes en las muñecas de posibles clientes, a través de la Realidad Aumentada [13].



Figura 2.2. Catálogo de Ikea en Realidad Aumentada

Respecto a la educación, se pueden encontrar diferentes usos, como los siguientes:

- Museos y parques de atracciones temáticos, gracias a su capacidad de representar una representación en 3D y con movimiento. Como ejemplo, actualmente se usa esta tecnología en el museo de antropología de Ciudad de México [14].
- Libros interactivos. Con esta tecnología, los personajes y los escenarios parecen más realistas, lo que permite interactuar con ellos y transmitir las

historias de una manera más atractiva. Además, estos libros fomentan la lectura y la fluidez lectora [15].

- Diferentes app's, enfocadas al aprendizaje.

Como aplicaciones educativas, se puede hacer una división de dos grupos: aplicaciones que permiten crear contenido, o bien aplicaciones con el contenido ya creado [16].

Las aplicaciones que ofrecen la opción de crear contenido actualmente son: Layar, Aurasma y Aumentaty. El funcionamiento en todos ellos es similar al descrito en Aumentaty, donde se detalla a modo de tutorial la creación de un proyecto específico, dentro del anexo E.

Dentro de las aplicaciones con contenido ya creado, podemos considerar las siguientes:

- 1) **Human Anatomy Atlas 2018**, una forma excelente de conocer la anatomía humana por dentro. Aun con un precio elevado (27,99€), actualmente esta aplicación está siendo usada por estudiantes universitarios y profesionales sanitarios. Incluye modelos detallados en 3D de la anatomía humana y de todos los sistemas, así como animaciones interactivas.
- 2) **LearnAR**. Siempre es difícil ver la representación de dibujos en 2D, y especialmente si tienen muchos detalles o muchas anotaciones. LearnAR es una herramienta que permite aprender mediante el uso interactivo de la Realidad Aumentada. Para usar esta herramienta se necesita una webcam o un móvil, para que LearnAR monte imágenes en 3D relacionadas con diferentes temáticas. Por ejemplo, con simple marcador es posible determinar todos los órganos del ser humano, o los diferentes elementos que integran el corazón humano. Esto se integra perfectamente dentro del temario de la asignatura de Biología, impartida en ESO.

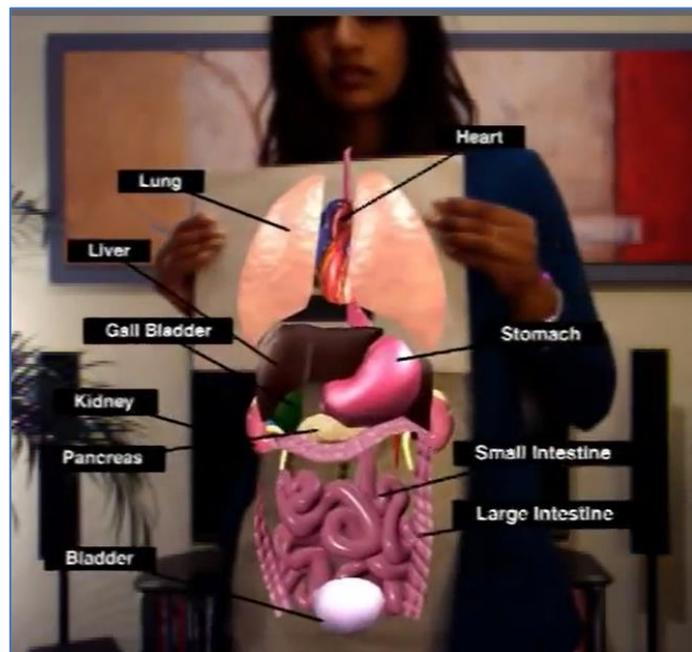


Figura 2.3. Aplicación Learn AR y los órganos humanos.

- 3) **Sky Guide AR**, permite visualizar en la pantalla las constelaciones, estrellas y planetas conocidas, e incluso, los satélites que orbitan alrededor de la Tierra.
- 4) **Element 4D**, permite interactuar con los elementos más importantes de la tabla periódica química. A través de los disparadores se puede observar las características de cada elemento químico e incluso realizar combinaciones entre ellas para crear compuestos químicos, ideal para la asignatura de Física y Química, impartida en la ESO.



Figura 2.4. App Element 4D, Física y Química.

- 5) **Quiver**, ayuda a fomentar la creatividad de los más pequeños. Las plantillas son descargables, de manera que los estudiantes se las pueden descargar, las colorean y se observan desde la aplicación en el dispositivo móvil. Esta aplicación ofrece contenido educativo especializado por temas, con un amplio repertorio que puede tocar diferentes asignaturas dentro de la ESO. Como ejemplo concreto, puede ser usada para la materia de Geología, usando la plantilla que permite reproducir procesos geológicos, como la erupción de un volcán.



Figura 2.5. App Quiver, Geología, erupción de un volcán.

2.2. Realidad Virtual

El concepto de Realidad Virtual, abreviado frecuentemente por sus siglas RV, es un entorno de escenas u objetos de apariencia real. La acepción más común refiere a un entorno generado mediante tecnología informática, que crea en el usuario la sensación de estar inmerso en él. Dicho entorno es contemplado por el usuario a través de un dispositivo conocido como gafas o casco de Realidad Virtual. Este elemento que interactúa con nuestra vista (y a veces oído) puede ir acompañado de otros dispositivos, como guantes o trajes especiales, que permiten una mayor interacción cuerpo-entorno, así como la percepción de diferentes estímulos que intensifican la sensación de realidad [5].

Son completamente seguras para los ojos gracias a sus pantallas de OLED en gafas de RV autónoma (luz mucho más suave que las clásicas pantallas LED), y, además, estos dispositivos cuentan con unas lentes estereoscópicas que sirven como barrera entre la luz de la pantalla y los ojos [17]. Con respecto a las anomalías en la vista más usuales, como la miopía, el astigmatismo o la hipermetropía, se puede optar por usar lentillas o, si el modelo lo permite, usar las gafas con lentes correctoras dentro de las gafas VR (opción algo incomoda y no siempre disponible). Afortunadamente, para los casos de miopía e hipermetropía con menos de 7 dioptrías, las gafas de mayor precio suelen permitir el ajuste de la distancia con respecto a las lentes estereoscópicas de manera individual, corrigiendo estas anomalías [18].

Por otro lado, no se deja de tener pantallas que están muy cerca de los ojos, por lo que se recomienda un descanso de 10 minutos por cada hora de juego, con el fin de evitar el cansancio ocular y no empeorar las anomalías de la vista anteriormente nombradas. [17] Otros problemas que han sido detectados son mareos y náuseas, y se relacionan con el desajuste entre el sistema vestibular y el sistema visual [5].

Como menciona Matthew Schnipper en el reportaje *The State of Virtual Reality* para el portal The Verge: “La promesa de la Realidad Virtual ha sido sobreestimada. Usa unos lentes, ubícate aquí y serás transportado hacia allá. Es el mismo escapismo

prometido --deshacerse de los grilletes mundanos a través de una transportación metafísica hacia estados alterados” [19].

2.2.1. Historia

El inicio de la Realidad Virtual se remonta a la Segunda Guerra Mundial. La Marina de Guerra de Estados Unidos contacta con el MIT (Massachusetts Institute of Technology) para la posible creación de un simulador de vuelo apto para el entrenamiento de pilotos de bombarderos. El proyecto fue denominado *Whirlwind* y su construcción finalizó algunos años más tarde en 1951. No fue hasta 8 años después cuando USAF (United States Air Force) retomó el proyecto bajo el nombre de *Claude Project* y apareció un uso civil de la tecnología 3D.

Posteriormente, el filósofo Morton Heilig empieza a construir en 1957 un prototipo con un aspecto similar a una máquina de videojuegos arcade de los años 90 [20]. La llamó *Sensorama*, un nombre que pretendía condensar la experiencia del producto, pues este proyectaba imágenes en 3D, a lo que sumaba un sonido envolvente, hacía vibrar el asiento y creaba viento lanzando aire al espectador. Se podría decir que fue el primer casco de Realidad Virtual.

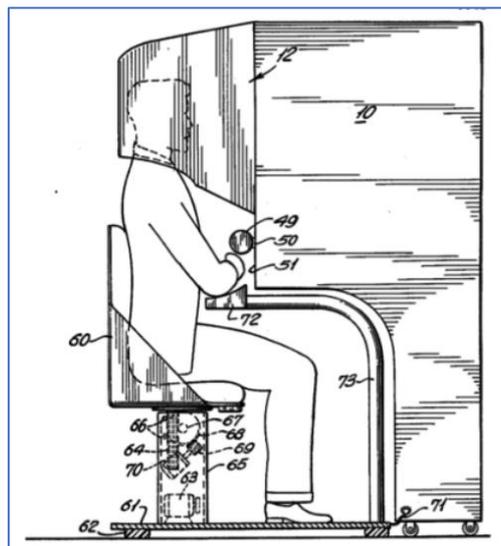


Figura 2.6. Máquina de Heilig.

En años posteriores mejorarían el concepto de casco de RV, hasta que, en 1968, Ivan Sutherland construyó *The Sword of Damocles*, un casco de realidad virtual que mostraba con imágenes estereoscópicas con modelos wireframe [21]. Esta utilidad aplicada a los videojuegos se repetiría también en sucesivas versiones mejoradas, desde Sega en 1993 con su consola Genesis hasta llegar a Sony, con sus actuales gafas Playstation VR para la consola Playstation 4 [22]. En concreto, el caso de este visor por parte de la compañía Sega es bastante cruel, pues fue un avance en cuanto a tecnología, pero la propia compañía la desestimó por miedo a que fuese contraproducente en cuanto a la salud de sus clientes, y propiciase un contundente fracaso comercial que repercutiese negativamente en el prestigio de la compañía Sega [23].



Figura 2.7. Gafas de RV de Sega (1993) y gafas de RV de Sony (2017).

En 2014, Facebook, Sony y Google, grandes empresas tecnológicas en la actualidad, entran con fuerza en el negocio de la realidad virtual. En concreto, Google lanza el proyecto de RV de bajo coste denominado Google Cardboard y lo expone en el Google I/O de 2014, donde por un espacio de tiempo distribuye sus gafas de RV de manera gratuita, y a la vez facilita el despliegue de una comunidad de desarrolladores que permita el diseño de aplicaciones en RV para el SO móvil Android [24] [25].

2.2.2. Elementos básicos

Dentro de la Realidad Virtual, se puede hablar de 3 grandes divisiones de Realidad Virtual: sistemas no-inmersivos, sistemas semi-inmersivos y sistemas inmersivos [5].

Los sistemas no-inmersivos, también conocidos como sistemas de Realidad Virtual basada en escritorio. Son los tradicionales videojuegos basados en una pantalla, donde sus mayores virtudes son un menor coste, facilidad de uso, facilidad de instalación y gráficos y sonido atractivos, capaces de generar en los usuarios un gran nivel de interés y participación en la simulación. Pocos sistemas de realidad virtual pueden competir con un buen videojuego en términos de aislar psicológicamente al usuario del mundo y producir fuertes respuestas emocionales.

Los sistemas semi-inmersivos, como aquellos entornos rodeados de pantallas donde se proyecta el mundo virtual y con posibilidad multiusuario. Tienen el hándicap de un alto coste, además de no conseguir completamente la inmersión, debido al espacio existente entre dichas pantallas y los usuarios.



Figura 2.8. De izquierda a derecha, sistema CAVE de la universidad de Illinois (sistema de RV semi-inmersivo) y Playstation 4 (sistema no inmersivo).

Por último, y como bloque a trabajar en el presente TFM, los sistemas inmersivos, los cuales se basan en la utilización de un casco de Realidad Virtual, también denominado a veces visor o HMD (acrónimo del tecnicismo inglés *head-mounted display*). Permite a los usuarios percibir imágenes 3D estereoscópicas y determinar la posición espacial en el entorno visual a través de sensores de seguimiento de movimiento en el casco. Mientras tanto, los usuarios pueden escuchar sonidos por los auriculares e interactuar con objetos virtuales utilizando dispositivos de entrada como joysticks, varillas y guantes de datos. Como resultado, la inmersión en el mundo virtual es completa, los usuarios sienten que pueden mirar a su alrededor y moverse a través del entorno simulado.

Actualmente se pueden encontrar multitud de diferentes visores de RV, con un amplio abanico de precios (dependiendo de si requieren el uso de un móvil o ya cuentan con sensores integrados). Por otro lado, actualmente se puede verificar en internet una comunidad de desarrolladores cada vez mayor, que contribuye a potenciar esta tecnología, a la par que facilita su uso al resto de aficionados.

En el grupo de los sistemas inmersivos, se pueden distinguir diferentes elementos dentro del sistema de la Realidad Virtual, los cuales se exponen a continuación.

1) Gafas RV autónomas

A pesar de poder observarse un progresivo descenso del precio de este tipo de gafas, no es una adquisición factible para cualquier bolsillo. La razón del elevado coste está en los diferentes sensores (giroscopio, acelerómetro, GPS, brújula, etc.) y microprocesador integrados dentro de este tipo de casco.

En el anexo A se recogen los 3 modelos principales del momento, junto con su precio y detalles del hardware [17]. También se adjunta una figura con los 3 modelos anteriores, y otra con las diferentes piezas integradas dentro del casco del proyecto OSVR de la compañía Razer, pero con una configuración similar al resto de gafas VR del mercado [26].



Figura 2.9. Principales gafas RV autónomas del mercado.

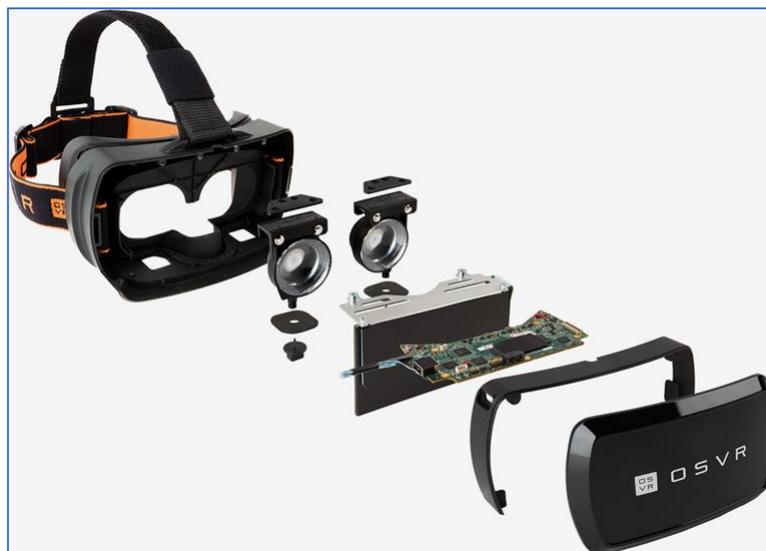


Figura 2.10. Componentes internos de las gafas RV autónomas.

2) Gafas RV móvil

Este tipo de gafas se basan en el soporte de un dispositivo móvil para conseguir el motor de generación de imágenes estereoscópicas. Es necesario un dispositivo smartphone que pueda soportar el software de Realidad Virtual, independientemente del SO usado (Android e IOS principalmente). Son generalmente inalámbricas y carecen de electrónica. Sin embargo, ciertos dispositivos sólo funcionan con ciertos

móviles, como las Samsung Gear VR, adaptadas especialmente para los modelos de Samsung.

En este grupo de gafas de RV que necesitan móvil, se pueden ver dos tipologías: las gafas DIY (del inglés *Do it yourself*), popularmente conocidas como Google Cardboards, y gafas prefabricadas, las cuales funcionan a modo de carcasas hechas con materiales de plástico. Las gafas que aparecen en la figura 2.8 fueron las usadas en este TFM, y son ejemplos de ambos tipos.

Su principal virtud es su bajo coste (generalmente menos de 60 €), lo que las hace atractivas para un público más numeroso. Con ellas se pudo demostrar tanto a los profesores como a los alumnos que son elementos accesibles y con los que se puede aprender y disfrutar.

El inconveniente de este tipo de gafas VR baratas es que, debido a que los móviles no están diseñados específicamente para la Realidad Virtual, la imagen nunca va a ser tan buena como con las gafas RV autónomas.

En el anexo B se recogen los 6 modelos principales del momento, junto con su precio y algunos detalles más [17]. Además, en la figura siguiente se recoge los modelos usados en las sesiones que se dieron en el IES Francesc Borja i Moll.



Figura 2.11. Gafas RV móvil

3) Controladores

Los sistemas de realidad virtual suelen incorporar dispositivos de control que permitan interactuar con el entorno visualizado, y que consisten normalmente en unos mandos con botones que se agarran con las manos y que tienen seguimiento posicional absoluto. Así es el caso de los Touch de Oculus, los mandos del HTC Vive o los del PSVR de Sony. También existen guantes, o bien sensores de posición capaces de detectar la posición del cuerpo o partes de este.

4) Otros periféricos

A día de hoy, el concepto de inmersión perfecta dentro de la Realidad Virtual no existe, principalmente por dos razones:

- No es capaz de engañar a todos los sentidos,

- Un desplazamiento en la realidad no supone un desplazamiento equivalente en el mundo virtual.

Hasta el momento, la Realidad Virtual únicamente permitía estimular algunos sentidos por separado, por lo general la vista y el oído, suponiendo estos su límite. Pero se están desarrollando proyectos que intentan emular el frío o el calor a través de guantes. Otros proyectos proponen insertar cartuchos que puedan suministrar al portador de las gafas capsulas de sabor o bien perfumes, que emulen en lo posible los sentidos del gusto y el olfato [27].

Con respecto al desplazamiento, existen dos plataformas que pueden solucionar el inconveniente del desplazamiento: Virtuix Omni y Cyberith Virtualizer. Su funcionamiento se basa en los sensores de la base, que son capaces de interpretar la fricción de nuestro calzado, y procesarlo en la Realidad Virtual como si fuese el movimiento del jugador.



Figura 2.12. De izq. a der., Virtuix Omni y Cyberith Virtualizer.

2.2.3. Aplicaciones actuales

La Realidad Virtual se aplica a diversas áreas, incluyendo industria cinematográfica, arte, entretenimiento simulación, medicina, armamentística y por supuesto en educación. Debido al crecimiento latente de esta tecnología, no será extraño verla en otros campos en un plazo de tiempo corto.

En la industria armamentística, hoy en día se puede ver como ciertos ejércitos se preparan mediante simuladores de Realidad Virtual, sin necesidad de entrenar en un campo de batalla o sufrir lesiones físicas. El entorno de entrenamiento es totalmente inmersivo, permite a los soldados entrenar a través de una amplia variedad de terrenos, situaciones y escenarios. Por otro lado, se sabe que existen simuladores de vuelo contruidos sobre Realidad Virtual, y que usan las fuerzas aéreas de ciertos países. En este caso el entorno inmersivo cuenta con asientos que simulan los efectos de un asiento en pleno vuelo y puede girar e inclinarse para proporcionar retroalimentación

háptica. Con ello se consigue eliminar el tiempo de preparación del avión, y se mejora los aspectos de seguridad, economía y contaminación [5].

Otro aspecto interesante a destacar es su uso para sesiones de psicoterapia. El paciente deja de estar en una posición pasiva a entrar en un entorno donde puede interactuar de diferentes maneras. Se sabe que actualmente se usa para tratamiento de diferentes fobias, trastornos alimenticios, rehabilitación psíquica y psicomotora [28][29].

En medicina se están todavía analizando las aplicaciones, puesto que, aun en determinadas áreas como la cirugía, la practica mediante simulación en Realidad Virtual no parece todavía ser globalmente validada. Un elemento clave del realismo es la fidelidad y la variabilidad de la escena del entrenamiento, lo que refleja las diferencias en los pacientes individuales [30].

Actualmente quizás donde más salida se le está dando es en el mundo del ocio y el entretenimiento, donde grandes compañías están trabajando y colaborando entre sí, como es el caso de las gafas Oculus Rift (Facebook) y el portal de videojuegos Steam. Es tal la popularidad de esta tecnología, que ya se dan películas y series que la ven como una fuente de inspiración y peso argumental importante [31][32].

La Realidad Virtual aplicada en el ámbito de la pedagogía muestra importantes beneficios en el procedimiento de enseñanza-aprendizaje, como ya lo está suponiendo la aplicación de las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC). Se considera que, en un corto plazo de tiempo los propios organismos precursores de la enseñanza virtual hallarán en la realidad virtual una herramienta eficaz, con la cual mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Se trata una tecnología especialmente adecuada para la enseñanza, debido a su facilidad para captar la atención de los estudiantes mediante su inmersión en mundos virtuales relacionados con las diferentes ramas del saber, lo que puede ayudar en el aprendizaje de los contenidos de cualquier materia [33].

Actualmente existen aplicaciones que pueden encajar dentro del currículo de ESO, dentro de la asignatura de Geografía e Historia. Aunque años atrás existían videojuegos que simulan bastante bien la posibilidad de estar inmersos en civilizaciones antiguas, poder estar inmerso en ellas a través de la Realidad Virtual ya es un objetivo conseguido. Por ejemplo, el museo Arqueológico Nacional en Madrid nos permite ver la historia de España (Prehistoria, Protohistoria, Hispania Romana, Edad Media y Edad Moderna) con ayuda de unas gafas de Realidad Virtual, un dispositivo móvil y unos auriculares [34].

2.3. Realidad Mixta

Previamente habiendo descrito la Realidad Aumentada y la Realidad Virtual, surge un término más reciente en la historia, denominado Realidad Mixta. Este término, también conocido como Realidad Híbrida y abreviado en ocasiones por sus siglas RM, es la combinación de Realidad Virtual y Realidad Aumentada. Esta combinación permite crear nuevos espacios en los que interactúan tanto objetos y/o personas reales como virtuales.

Es muy importante no confundir estos tres conceptos. La Realidad Aumentada genera objetos virtuales a tiempo real, los cuales se superponen sobre el entorno físico a través de un disparador reconocido por la cámara del dispositivo móvil; en la Realidad Virtual, el usuario está inmerso dentro del mundo virtual a través de unos cascos o gafas, pero pierde la referencia del mundo real; en la Realidad Mixta el usuario ve la realidad junto con objetos virtuales, y donde estos objetos virtuales interactúan con el mundo real y viceversa [35].

En el epígrafe 2.1.1 se comentó el concepto de continuo de la virtualidad (Paul Milgram y Fumio Kishino, 1994 [10]). Pues bien, el intervalo medio de este continuo representa esta tecnología, como se puede apreciar en la siguiente figura:



Figura 2.13. Continuo de la virtualidad, de Milgram y Kishino (1994)

Como ya se ha dicho, la Realidad Mixta permite la incorporación de objetos gráficos generados por ordenador en una escena tridimensional del mundo real o bien la incorporación de objetos reales en un mundo virtual.

Por tanto, se puede apreciar 3 características especiales:

- Permite combinar ámbitos reales y virtuales.
- Es una tecnología interactiva y en tiempo real.
- Se puede registrar en tres dimensiones.

La manera de conseguir estas características es mediante un funcionamiento complejo, pero explicable en 2 pasos:

En el caso en que se pretenda introducir un objeto en un mundo virtual, primero se procede a registrar al usuario u objeto en tiempo real y en imágenes tridimensionales; estas imágenes en 3D se podrán introducir en el mundo virtual. El usuario podrá ver el resultado mediante una interfaz en el ordenador. Básicamente una cámara digitalizará y procesará la imagen en el mundo virtual.

En cambio, en el caso de la introducción de objetos virtuales en el mundo real, el sistema se basa en crear una interfaz con marcas en las que un ordenador puede responder habiendo realizado una previa lectura de éstas mediante una cámara de vídeo o cámara web (idea de disparador que se mostró como elemento de la Realidad Aumentada en el apartado previo 2.1.2).

Conseguir esta traslación del mundo real a un modelo 3D virtual es uno de los principales retos de esta tecnología. Uno de los métodos para logra la fusión de ambos mundos y formar un espacio común es la que se utiliza en Project Tango de Google.

Este método consiste en el escaneo del espacio en tiempo real para poder conseguir la mezcla del modelo 3D real con el virtual [36].

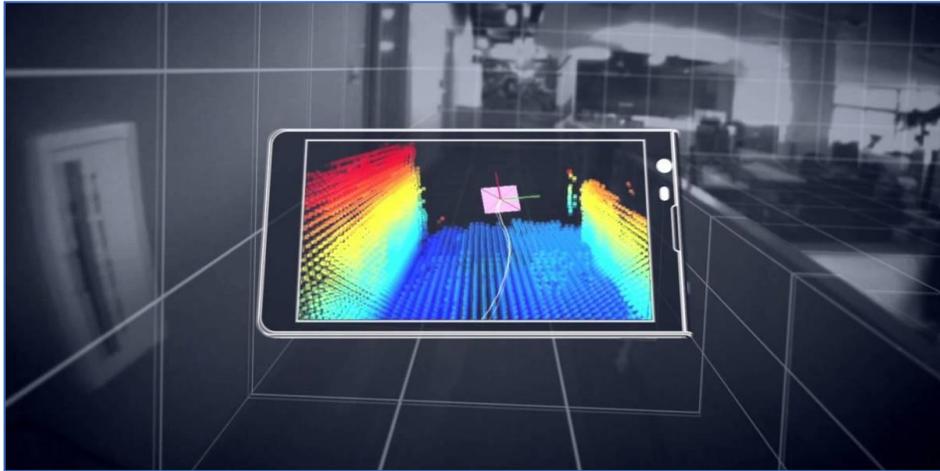


Figura 2.14. Project Tango, de Google.

2.3.1. Historia

La historia de la Realidad Mixta va estrechamente pegada a la de la Realidad Aumentada. De hecho, fue un descubrimiento posterior al darse la idea de que, si se podía interactuar con esos objetos virtuales, se conseguían nuevas posibilidades.

El primer sistema de Realidad Mixta totalmente inmersivo fue la plataforma *Virtual Fixtures* desarrollada en US Air Force, en 1992 por la compañía Armstrong Labs y por Louis Rosenberg, con el fin de permitir a los usuarios humanos controlar robots en entornos del mundo real que incluían objetos físicos reales y superposiciones virtuales en 3D. Los estudios publicados mostraron que, al introducir objetos virtuales en el mundo real, se conseguían en los operadores humanos aumentos significativos de rendimiento.



Figura 2.15. Proyecto Virtual Fixtures desarrollado en US Air Force en 1992.

Posteriormente, la relación entre humanos y máquinas se seguiría investigando, como la ciencia de la interacción persona-computadora (HCI, del acrónimo inglés human-computer interaction), y saldrían multitud de ideas, como los actuales teclados y ratones.

Los avances en sensores y microprocesadores han permitido una nueva era donde los ordenadores pueden captar las señales del entorno, consiguiendo una percepción casi perfecta de multitud de parámetros. Windows ha sido capaz de trabajar algoritmos en sus librerías, conocidas como *perception APIs*, capaces de detectar movimientos de cabeza o de cuerpo, mapeado espacial y de superficies, luces ambientales, sonido ambiental, reconocimiento de objetos y geo-localización.

Actualmente, la combinación de los tres conceptos (procesamiento computacional, señales de los sentidos humanos y señales de entorno procedentes del ordenador) permiten la creación y perfeccionamiento de la Realidad Mixta [37].

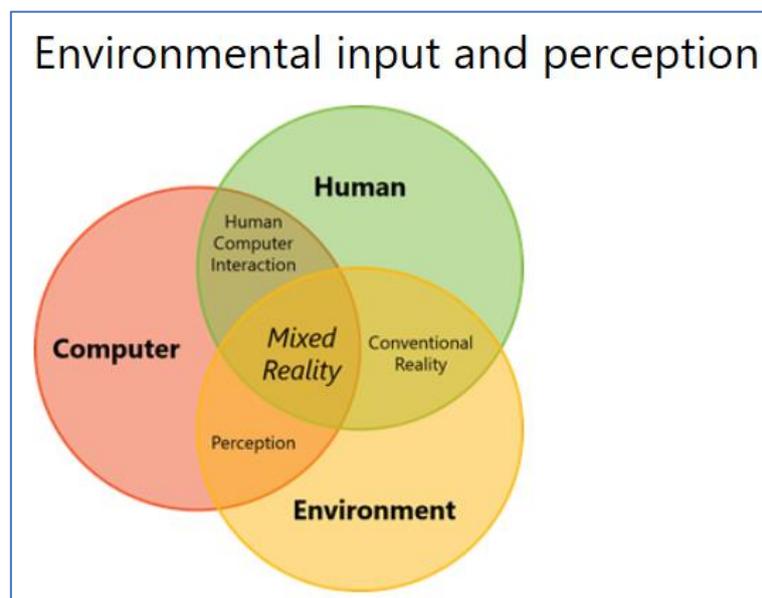


Figura 2.16. Puntos vitales en la Realidad Virtual.

2.3.2. Elementos básicos

Como elemento principal, al igual que las anteriores tecnologías, se puede considerar el casco de Realidad Virtual. Grandes compañías están invirtiendo mucho dinero en sacar prototipos cada vez más potentes, y sobre todo buscando abaratar costes para hacerlos asequibles al público.

Como principales gafas se pueden destacar las HoloLens (Microsoft), Meta 2 AR (Meta) y las Daqri Smart Glasses (Daqri), cuyas características se comentan en el anexo C. Existen otras gafas cercanas a entrar en el mercado, las Magic Leap One (Magic Leap), pero dado que no están a la fecha de la presente publicación, no entrarán en el presente estudio [38].



Figura 2.17. Tecnología interna dentro de unas gafas de Realidad mixta (Hololens).

En cuanto a otro factor necesario, se trataría de un ordenador con altas cualidades. Recientemente, Windows decidió incluir en su última actualización de Windows 10 el software *Windows Mixed Reality*, un software capaz de introducir la Realidad Mixta de forma nativa en Windows 10. Se trataría de una interfaz alternativa y completamente digital para usar junto con gafas adaptadas [39]. Mediante una sencilla aplicación para Windows es posible ver si el ordenador tiene capacidad para funcionar con esta aplicación. Esta aplicación, ejecutada en el PC donde se realizarán los desarrollos de las posteriores sesiones en un instituto, muestra la cruda realidad de esta tecnología, requiere altas prestaciones. En especial en el apartado gráfico, donde fallo el test con una tarjeta gráfica dedicada de 2GB, como se puede ver en la siguiente figura:

The image displays a Windows system requirements check application window titled "Casi lo tienes". The window informs the user that their PC can run Windows Mixed Reality, but some features may be limited. It lists the following specifications: Windows 10 Fall Creators Update or later (checked), NVIDIA GeForce GTX 950M (warning icon, note: "La tarjeta gráfica de este PC no funciona con Windows Mixed Reality. Más información"), WDDM 2.3 graphics driver (checked), Intel Core i7-6500U CPU @ 2.50GHz (checked), 12 GB RAM (checked), 161 GB free space (checked), USB 3.0+ (checked), and Bluetooth 4.0+ (checked). A note at the bottom states that performance may vary and that the user should ensure they have the correct ports for their headset. There are three buttons at the bottom: "Actualizar", "Mostrar resultados", and "Ver los cascos".

Componente	Estado
Sistema operativo	Windows 10 Fall Creators Update o posterior ✓
Tarjeta gráfica	NVIDIA GeForce GTX 950M ⚠ • La tarjeta gráfica de este PC no funciona con Windows Mixed Reality. Más información
Driver gráfico	23.21.13.8912 (WDDM 2.3) ✓
CPU	Intel(R) Core(TM) i7-6500U CPU @ 2.50GHz ✓
RAM	12 GB ✓
Espacio en disco	161 GB ✓
USB	3.0+ ✓
Bluetooth	4.0+ ✓

Figura 2.18. Aplicación para chequear compatibilidad con Windows Mixed Reality.

2.3.3. Aplicaciones actuales

Aunque en apartados anteriores se vio el número elevado de aplicaciones en la Realidad Aumentada y en la Realidad Virtual, la Realidad Mixta cuenta con un menor despliegue, debido sobre todo a su alto coste (Anexo C). El desembolso es tan alto, que muchas empresas se replantean si es posible una amortización del coste en un breve espacio de tiempo.

No obstante, ya se han dado casos muy sonados de uso en aplicaciones en la cirugía, concretamente en el hospital Gregorio Marañón (Madrid), donde hace unos meses esta tecnología ayudo a los cirujanos a extirpar un tumor muscular maligno [40]. Las gafas usadas fueron las Hololens de Microsoft, y con ellas se permitía proyectar el historial y los datos clínicos del paciente, e interactuar con ellos.



Figura 2.19. Cirujano usando la Realidad Mixta.

Otras posibles aplicaciones apuntan a la navegación aérea, como por ejemplo el que está desarrollando la compañía húngara 360world con respecto a las torres de control [41]. Sus dos nuevos sistemas son Clarity Holotower y Clarity SmartBinocular. Clarity Holotower es un software que transfiere un completo panel de instrumentos a las Hololens de Microsoft. Clarity SmartBinocular es un prismático que, gracias a unas cámaras en la pista, captan con todo detalle un avión con su zoom de 30 aumentos, y añade virtualmente el número de identificación que le corresponde.

Incluso llega a facilitar el trabajo de los profesionales del tiempo, permitiendo explicar los fenómenos de una manera más visual e interactuando con las diferentes opciones (mapas de temperatura, precipitaciones, vientos, etc.) [42].

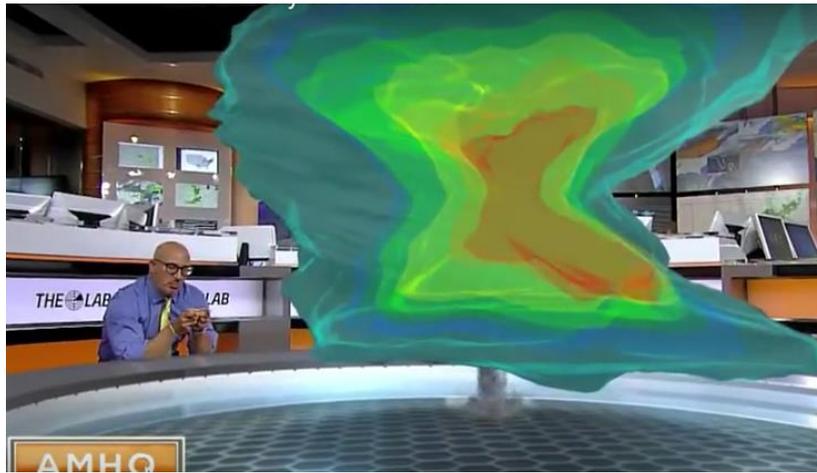


Figura 2.20. Hombre del tiempo en el programa AMHQ, en la cadena The weather channel.

En materia de educación, no hay mucho aporte todavía, debido al alto precio de los dispositivos que soportan esta tecnología. La compañía Lifelike ha desarrollado una serie de aplicaciones 3D para las Microsoft HoloLens orientadas a los niños a partir de los 11 años. Esta compañía se dedica a la educación visual y está especializada en materias de ciencias para estudiantes utilizando la última tecnología de Realidad Mixta, e iniciará una experiencia educativa en dos colegios estadounidenses: Renton Prep en Seattle, y Castro Valley Unified College en California.

3. Aplicaciones en el aula

Se pretende que el presente trabajo sirva como una guía dirigida al profesorado actual, y enfocada a las nuevas tecnologías multimedia. A lo largo de la historia de la educación, el medio de conocimiento para el alumnado ha evolucionado continuamente. Del libro original con solo texto y en “blanco y negro”, se ha llegado a libros con diferentes imágenes, tipografía e impresiones en color, y actualmente se puede ver libros con CDs y pendrives con diferentes herramientas ofimáticas y enlaces a contenido online. Pero el mundo está en continuo cambio, y con el presente documento se pretende suavizar ese cambio y ayudar con el reciclaje del profesor. Él es la figura de referencia, y si se adapta y conoce las nuevas herramientas multimedia, puede sacarle partido, de cara a reducir el absentismo y el fracaso escolar.

A lo largo de este apartado, con los tutoriales ofrecidos en los anexos, y las experiencias vividas “in situ” en los talleres, se pretende ofrecer una guía que pueda ayudar a su implantación definitiva. No es necesario un conocimiento avanzado en el campo de la informática, puesto que estas herramientas ofrecen, y cada vez en mayor cantidad, programas intuitivos y orientados a un público no informático. Además, la reducción del coste de estas tecnologías con el paso del tiempo puede ayudar a los institutos con presupuesto limitado.

Primero se analizará todo lo referente al centro, con el fin de contextualizar las sesiones. Posteriormente, se detallarán cada una de las sesiones en dicho instituto, y particularizando para determinados cursos y grupos. Después, se recopilarán los diferentes feedbacks obtenidos, por parte del alumno y del profesorado. Por último, se añadirán propuestas de mejora que optimicen las experiencias recogidas en el presente TFM.

3.1. Contexto socio-histórico del centro

3.1.1. Historia del centro

Hacia finales del curso 1978/1979, es decir, sobre el mes de mayo de 1979, el entonces Coordinador Provincial de Formación Profesional, Sr. Joan Taix y Planas, reunió profesores de la rama administrativa con destino definitivo en el Instituto Politécnico para comunicar que para el curso siguiente 1979/80 inauguraba en Palma otro Centro de Formación Profesional, situado en el Polígono de Levante (antiguo nombre del distrito Nou Levant). Además, la rama administrativa en bloque (especialidad de Administrativo y de Informática de Gestión) se eliminaba del Politécnico y se integraba en el conjunto de enseñanzas del nuevo Centro. El equipo educativo en el curso 1982/83 creyó conveniente ponerle un nuevo nombre que identificase al centro con el entorno o con una figura destacada de la sociedad mallorquina. Así el claustro de profesores en sesión de día 3 de abril de 1983 aprobó proponer a la Dirección Provincial del MEC el nombre de Francesc de Borja Moll (un famoso lingüista, profesor, historiador y filólogo de la sociedad mallorquina) [43].

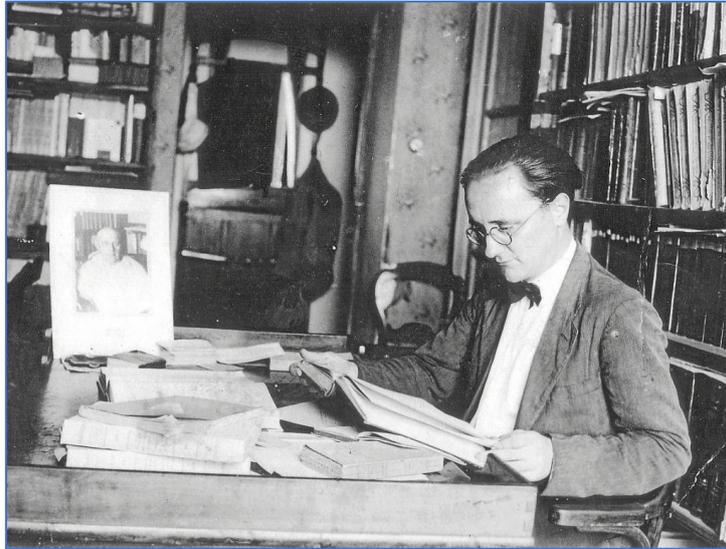


Figura 3.1. Francesc Borja i Moll

Con el paso del tiempo, y previa mediación de Consellería de educación de las islas Baleares, este centro pensado solamente para ciclos formativos adquirió también los formatos educativos designados por las leyes educativas de cada época (LOGSE, LOCE, LOE y LOMCE).



Figura 3.2. Entrada al centro IES Francesc de Borja i Moll.

3.1.2. Ubicación geográfica

El centro se encuentra situado en la calle Caracas N°6, en el distrito Nou Levant, donde se observa claramente con la figura 3.3 (diferentes distritos recogidos en el ayuntamiento de Palma de Mallorca).

Como puntos a considerar como referencias, se puede mencionar el parque Krekovic, y el Palacio de congresos. Otros barrios cercanos al instituto son el barrio de La Soledad sur, y los barrios de Pere Garau y Foners.



Figura 3.3. Mapa de distritos de Palma de Mallorca.



Figura 3.4. Instituto buscado a través de Google Maps.

Dentro de las instalaciones del instituto, se pueden recoger 3 bloques principales: bloque A, B y C. Mientras que el módulo A se usa por las mañanas para ESO y bachillerato y FP básica, el módulo B recoge talleres con equipamiento especial o distribución de sitios diferente. Por ejemplo, en el bloque B podemos encontrar los talleres de tecnología y educación plástica, con mesas grupales y equipamiento más específico. Por la tarde, todos los bloques están enfocados a ciclos formativos, como el B para los ciclos formativos de grado medio de estética, o los bloques B y C para ciclos formativos de grado medio y superior relacionados con la informática.



Figura 3.5. Distribución de los diferentes bloques dentro del IES FBiM.

3.1.3. Contexto socioeconómico y características demográficas de la zona

El distrito Nou Llevant (anteriormente conocido como Polígono de Levante) es un barrio situado dentro de la ciudad de Palma de Mallorca. Según la delimitación oficial del ayuntamiento, limita al norte con los barrios de Pedro Garau, La Soledad y Estadio Balear; al oeste con Foners, al este con Son Malferit y al sur con Can Pere Antoni y El Molinar. Está delimitado por las calles Manacor y Manuel Azaña y por las autopistas MA-20 y MA-19 [44].

Se trata de un barrio con características similares a otros barrios de Palma de Mallorca. La falta de viviendas con precios asequibles ha hecho que familias jóvenes no tengan acceso a una vivienda digna. Por otro lado, la alta oferta de empleos precarios dificultan llegar a fin de mes a las familias ya instaladas con vivienda en propiedad o con hipotecas [45]. Este problema se está reduciendo con la nueva ley que pretende evitar los alquileres vacacionales mediante webs como Airbnb, y el afloramiento de pisos en venta que anteriormente se usaban para el alquiler [46].

Hoy por hoy Palma de Mallorca es una ciudad donde el sector turístico mueve mucho dinero todos los años. Es por ello que las empresas se mueven hacia esta idea, como por ejemplo en la siguiente referencia bibliográfica, donde muestra las 10 principales empresas de la ciudad, donde solo 3 de ellas no trabajan en el sector servicios [47].

Cabe también destacar que la zona de influencia del IES es muy variada ya que además de los alumnos del barrio Nuevo Levante, se incluyen los alumnos que provienen de los barrios de Palma: Pere Garau, Coll d'en Rabassa, Molinar y la Soledad

Sur, amplia zona de Palma compartida con otros centros escolares de Primaria y de Secundaria.

El centro de educación secundaria tiene como referencia la escolarización de centros de primaria de diferentes barriadas. En cuanto al entorno social, el Instituto se encuentra en un barrio con gente de clase trabajadora, de la que, según el último censo, casi la mitad se trata de gente nacida fuera de nuestra Comunidad Autónoma. El nivel de inmigración en el barrio más marginal es alto, aunque también se comparten espacios con personas de etnia gitana. El grado de conflictividad del barrio es muy alto, así como la incidencia del paro y el riesgo de exclusión social ya que como dicen algunos autores la integración de personas de etnia gitana y clases socioculturales bajas, es la tarea pendiente del sistema educativo español. Además, debido a que algunos de los Ciclos Formativos que se imparten en el Centro no se dan en ningún otro lugar, se matriculan estudiantes de casi todos los lugares de la isla. El proceso de aumento de la población de la Comunidad Autónoma debido a la inmigración, incide también en este IES con 26 nacionalidades diferentes. En la siguiente tabla se presentan los diferentes datos sociales de las barriadas de referencia del centro, según los datos municipales.

Barriada	Nivell estudis ESO o inferior	Estrangers	Altres CC.AA.	Amèrica Llatina	Àsia	Àfrica
Pere Garau	73%	37%	17%	36%	22%	15%
Nou Llevant	86%	21%	28%	24%	8%	28%
Coll d'En Rabassa	70%	19%	28%	25%	4%	6%
Molinar	60%	19%	28%	15%	2%	5%
La Soledat Sur	86%	29%	22%	29%	7%	27%
PALMA	66%	26%	23%	27%	8%	14%

Tabla 3.1. Estadísticas de los barrios implicados en Palma de Mallorca¹.

3.1.4. Posibilidades formativas del centro y del entorno

Hoy en día el centro ofrece tanto los formatos educativos clásicos de ESO y bachillerato designados por la actual ley educativa LOMCE (ESO y bachillerato) como los ciclos formativos. Se adjunta una lista de los ciclos optativos ofrecidos para el próximo curso, con el fin de que el lector observe el número elevado de ciclos formativos, y como se sigue manteniendo la esencia de centro formador laboral que tuvo en su origen [48].

¹ Según Padrón municipal del Ayuntamiento de Palma a 1-1-2014 (Observatorio Municipal de Palma).

Família	Etapa	Cicle	Tipus	Règim	Oferta
Arts gràfiques	GM	Tècnic en Preimpresió digital [ARG21]	Públic	Vespertí	20
Sanitat	GM	Tècnic en Cures auxiliars d'infermeria [SAN23-LOGSE]	Públic	Temporalització Especial	28
Serveis socioculturals i a la comunitat	GM	Tècnic en Atenció a persones en situació de dependència [SSC21]	Públic	Vespertí	30
Comerç i màrqueting	GM	Tècnic en Activitats comercials [COM21]	Públic	Continuada	30
	GS	Tècnic superior en Comerç internacional [COM34]	Públic	Vespertí	30
Imatge personal	GM	Tècnic en Estètica i bellesa [IMP21]	Públic	Continuada	25
		Tècnic en Perruqueria i cosmètica capil·lar [IMP22]	Públic	Vespertí	25
		Tècnic en Perruqueria i cosmètica capil·lar [IMP22]	Públic	Continuada	25
	GS	Tècnic superior en Assessoria d'imatge personal i corporativa [IMP33]	Públic	Vespertí	30
		Tècnic superior en Estètica integral i benestar [IMP31]	Públic	Continuada	20
FPB	Títol professional bàsic en Perruqueria i estètica [IMP11]	Públic	Vespertí	18	
Informàtica i comunicacions	GM	Tècnic en Sistemes microinformàtics i xarxes [IFC21]	Públic	Continuada	40
		Tècnic en Sistemes microinformàtics i xarxes [IFC21]	Públic	Distància	60
	GS	Tècnic superior en Administració de sistemes informàtics en xarxa [IFC31]	Públic	Distància	60
		Tècnic superior en Administració de sistemes informàtics en xarxa [IFC31]	Públic	Vespertí	28
		Tècnic superior en Desenvolupament d'aplicacions multiplataforma [IFC32]	Públic	Vespertí	30
	GS	Tècnic superior en Desenvolupament d'aplicacions Web [IFC33]	Públic	Dual	20
		Tècnic superior en Desenvolupament d'aplicacions Web [IFC33]	Públic	Vespertí	30
Sanitat	GM	Tècnic en Cures auxiliars d'infermeria [SAN23-LOGSE]	Públic	Continuada	30
		Tècnic en Cures auxiliars d'infermeria [SAN23-LOGSE]	Públic	Vespertí	30
		Tècnic en Farmàcia i parafarmàcia [SAN22]	Públic	Distància	60
		Tècnic en Farmàcia i parafarmàcia [SAN22]	Públic	Vespertí	30
	GS	Tècnic superior en Anatomia patològica i citodiagnòstic [SAN31]	Públic	Continuada	23
		Tècnic superior en Anatomia patològica i citodiagnòstic [SAN31]	Públic	Vespertí	28
GS	Tècnic superior en Dietètica [SAN32-LOGSE]	Públic	Vespertí	28	
	Tècnic superior en Laboratori de diagnòstic clínic i biomèdic [SAN36]	Públic	Continuada	23	
Seguretat i medi ambient	GM	Tècnic en Emergències i protecció civil [SEA21]	Públic	Vespertí	20

Tabla 3.2. Oferta de ciclos formativos en IES Francesc de Borja i Moll (curso 18-19).

Con respecto a las posibilidades educativas del entorno, si se tienen en cuenta los datos ofrecidos por la web de la Conselleria Autonómica para el próximo curso (CAIB), el número de ciclos formativos dentro de la ciudad es elevado [48]. En el Anexo D se recoge datos estadísticos obtenidos de la Dirección General del Personal Docente de Islas Baleares [48], con respecto a los centros que ofertan ciclos formativos.

3.1.5. Perfil sociológico del alumnado

Para hacer una reflexión de los datos del centro se han revisado los últimos cuatro cursos escolares, centrándose en diferentes aspectos importantes. En primer lugar, cabe destacar la evolución de la matrícula de ESO de los últimos años, comprobando que las variaciones son pocas, pero con una tendencia al alza de los alumnos en el centro, aunque las matrículas de primer de ESO varían los diferentes años. Hay que decir que el incremento de este último año, puede estar motivado a que se ha asignado un tercer centro (cuarta línea) de adscripción directa.

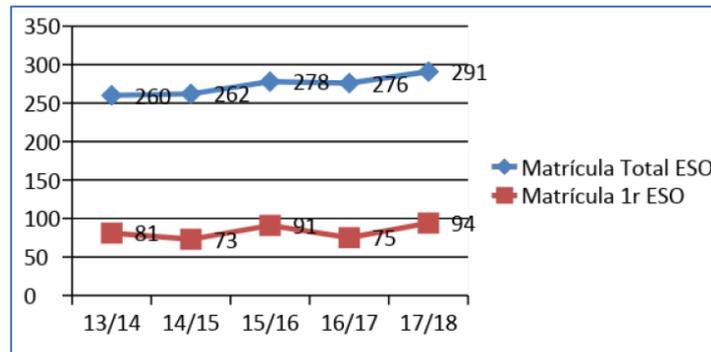


Figura 3.6. Matriculados en ESO y en 1º ESO.

El IES Francesc de Borja Moll es un centro pequeño en cuanto a la ESO, pero que necesita más recursos humanos y materiales que otros centros debido a la gran diversidad del alumnado. Cabe destacar que el porcentaje de alumnos que se han incorporado al centro fuera del plazo ordinario, ha ido decreciendo los tres últimos años. Sin embargo, aunque no hay datos definitivos del presente curso académico, el presente curso ya superamos los datos del 2014-15 de la gráfica que se muestra a continuación. Sin embargo, el valor mínimo es del 6.3% de alumnos matriculados en la ESO fuera de plazo ordinario, un porcentaje importante que normalmente repercute negativamente para el desarrollo académico de esos alumnos.

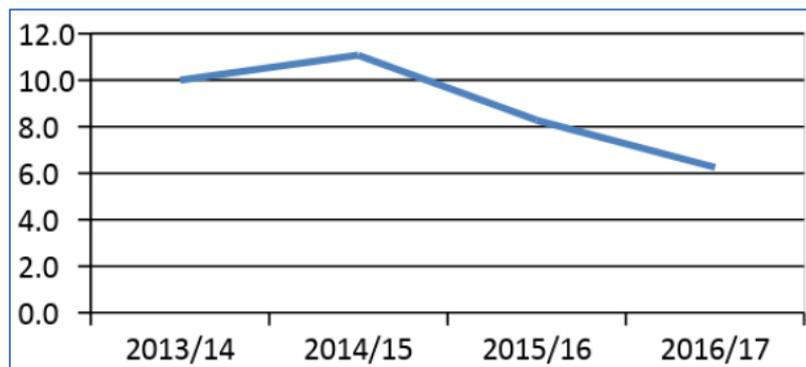


Figura 3.7. Alumnos matriculados fuera del plazo ordinario.

La diversidad es uno de los factores principales que define este centro. Si bien es cierto que el porcentaje de alumnos que presentan NESE (Necesidades Especiales de Soporte Específico) asociadas a NEE y DEA (alumnos con Necesidades Especiales Educativas y alumnos con Dificultades Específicas de Aprendizaje), que son las necesidades eminentemente inherentes a los alumnos y que no suelen tener una condición social directa, es muy similar a los del resto de las Islas Baleares, tal y como se muestra en la siguiente figura.

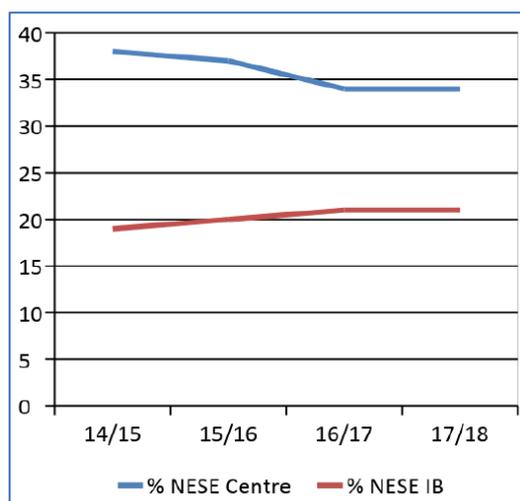


Figura 3.8. Porcentaje de alumnos con NESE en el centro y en la comunidad autónoma.

Por otra parte, el porcentaje de alumnos con NESE asociadas a Incorporación Tardía (IT) y Condiciones Personal / Historia Escolar (necesidades que sí suelen tener una causa social directa), son casi 10 puntos porcentuales superiores a porcentaje de las Islas Baleares, como se muestra en la Figura 3.8. Esto significa que es un centro con necesidades sociales muy superiores al resto de las Islas Baleares.

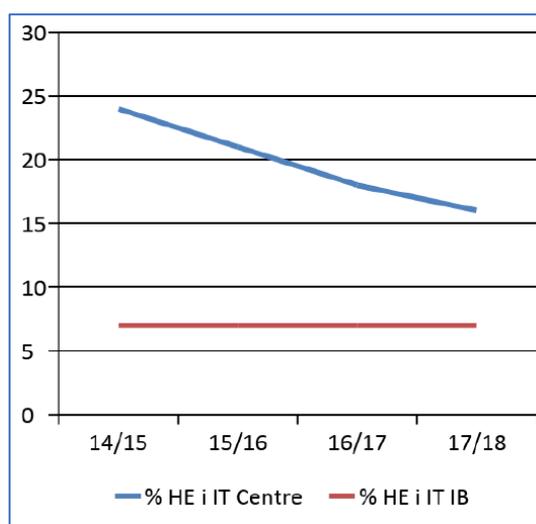


Figura 3.9. Histograma comparando los porcentajes de HE e IT entre el centro y la comunidad autónoma.

Dentro de los alumnos con NESE, por su singularidad y necesidades específicas, apuntamos el porcentaje de alumnos de Incorporación Tardía con desconocimientos de, al menos, una de las dos lenguas de las Islas Baleares (castellano y catalán).

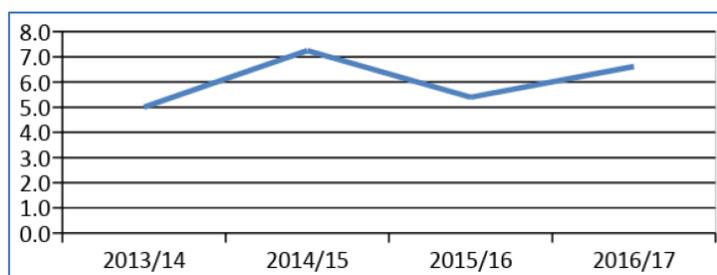


Figura 3.10. Porcentaje de alumnos con IT y desconocimiento de español y catalán.

Cabe también destacar los datos de abandono y absentismo en la ESO. Uno de los indicadores principales para cuantificar los resultados académicos de los alumnos es la pérdida de alumnos durante una promoción. En concreto, se puede ver que los últimos años se han perdido casi dos de cada tres alumnos que han comenzado estudios en el centro, respecto a la promoción idónea (alumnos no repetidores). Otro dato crítico es que tres de cada cinco alumnos que empezaron primero de ESO (repetidores incluidos) no acabaron la ESO. Uno de los aspectos a tener presente a la hora de hablar de resultados académicos es la tasa de absentismo que presenta el centro [49].

De forma general se puede ver que los alumnos en 1º pierden muchas más horas de clase que los alumnos de 4º. Esto puede explicar la diferencia de resultados de los alumnos en ambos niveles. Sin embargo, el nivel de absentismo medio por alumno es extremadamente alto si tenemos en cuenta que un curso tiene 35 semanas. Pero hay que destacar que es el absentismo crónico, que explica casi la mitad de las faltas de asistencia, está centrada en un grupo más reducido de alumnos. Se completa esta información con otra elaborada en el mismo centro y que hace referencia al alumnado que no llega a 3º ESO desde su matriculación en 1º ESO (figura que consta a continuación).

CURSO	1ºESO	3ºESO	% Perdida
12-13 a 14-15	65	38	41,54 %
13-14 a 15-16	81	50	38,27 %
14-15 a 16-17	73	47	35,62 %
15-16 a 17-18	91	62	31,82 %

Tabla 3.3. Porcentaje de alumnos que no llega a 3º ESO.

Para considerar datos de convivencia, se muestran las gráficas de amonestaciones, sanciones y cómo se reparten las amonestaciones entre los alumnos en el presente curso académico, en concreto desde el comienzo del curso hasta el día 21 de marzo de

2018. Estas gráficas son muy parecidas a las de los últimos cursos académicos. Además, se agrupan en cursos académicos, para estudiar la conflictividad según la modalidad de estudio.

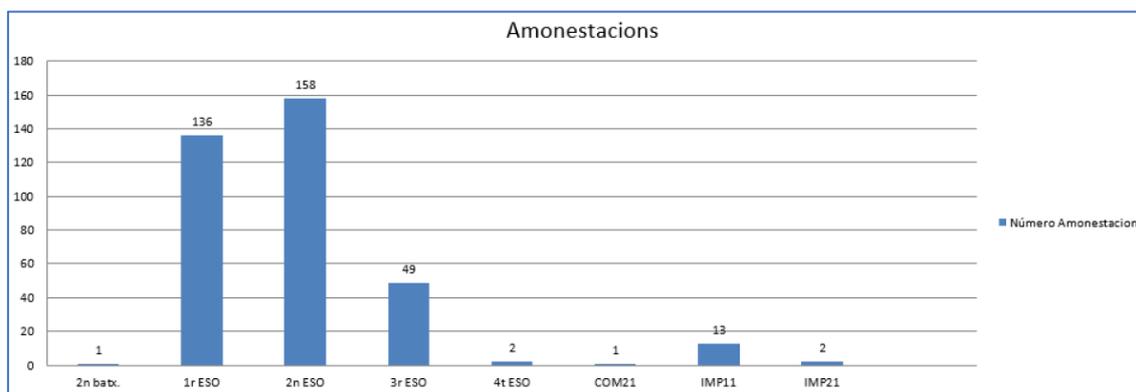


Figura 3.11. Amonestaciones en el presente curso escolar.

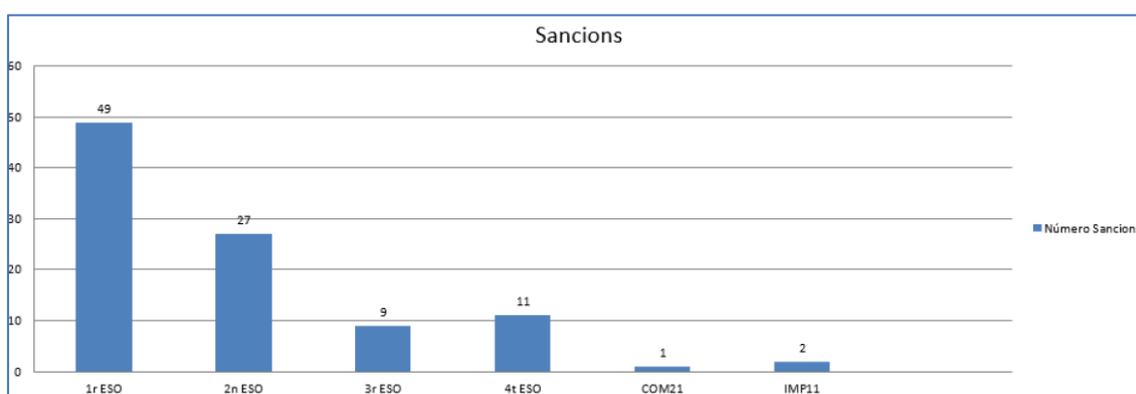


Figura 3.12. Sanciones en el presente curso escolar.

Como conclusiones extraídas del PIP del centro, cabe destacar las siguientes [49]:

- Las amonestaciones y sanciones se concentran en un número reducido de alumnos.
- Cada año se encuentra entre 5 y 10 alumnos muy conflictivos, que originan la mayoría de los problemas de convivencia del centro, concentrados en 1º y 2º de ESO.
- El grupo de 2º de ESO D (PMAR) acumula un número desproporcionado de amonestaciones.
- Sólo titulan en el centro, sin haber repetido nunca, entre un 18,42% y un 32,76% del alumnado de ESO.
- Entre el 13,7% y el 33,3% de los alumnos de ESO desaparecen del GESTIB (base de datos educativa usada en Islas Baleares), lo que indica que, o bien se han ido a otras comunidades o países, o bien han abandonado el sistema educativo.
- Existe un porcentaje grande de absentismo (intermitente o crónico) en 1º y 2º de ESO que oscila alrededor del 20% del alumnado.

- Hay una parte importante del alumnado, que varía de un curso a otro, que no tiene hábitos de trabajo, ni conoce herramientas metacognitivas para estudiar, ni dispone en su casa de un lugar adecuado para hacerlo. Además, en muchas ocasiones el alumnado tampoco tiene el acompañamiento y apoyo de la familia.
- El número de alumnado NESE supera el 30% en 1º y 2º de ESO.

3.1.6. Condición laboral de los padres

Como se vio en la Tabla 3.1, hay tres barrios con mayor impacto de la inmigración y un nivel cultural más bajo que el total de Palma, mientras que otros dos son más similares al resto de la ciudad. Además, hay que añadir que el centro recibe alumnos de un poblado gitano del extrarradio de la ciudad. La gran mayoría de las familias inmigrantes del barrio llevan al hijo o hija a uno de los IES de la zona. Laboralmente, la barriada presenta poca infraestructura. La mayoría de los habitantes del barrio se trasladan al centro o zonas poligonales para trabajar. Una alta tasa de mujeres trabaja en el servicio doméstico o en los hoteles. Sin embargo, las tasas de desempleo son muy elevadas, debido a la baja calificación profesional de los habitantes del barrio.

Esta relación entre precariedad laboral de los padres y bajo rendimiento escolar de los hijos es una realidad detectable en cualquier instituto colindante a barrios conflictivos. Es por ello que, frente a esta realidad de los institutos, se debe de innovar continuamente y buscar maneras de reconducir al alumno a un mejor desempeño académico. Como ejemplo concreto de innovación están los elementos TIC, donde pueden ser elementos capaces de motivar a alumnos problemáticos, y conseguir su recuperación dentro del sistema educativo.

3.2. Fundamentos pedagógicos

En este apartado se pretenden ver la integración de estas actividades en el currículo de la asignatura, y los fundamentos pedagógicos en los que se sustenta.

La actual ley educativa LOMCE, recogida como Ley Orgánica 8/2013, el 9 de diciembre en el BOE, enmarca la asignatura de Tecnología como materia específica dentro del primer ciclo (de 1º ESO a 3º ESO), y como materia troncal optativa dentro del segundo ciclo (4º ESO). Dentro del primer ciclo, esta ley confiere a cada administración autonómica la posibilidad de integrarla dentro de cualquiera de los 3 cursos disponibles, y le otorga una carga lectiva de 3 horas lectivas semanales [50].

La Consellería de Educación de la Islas Baleares, mediante el Decreto 34/2015, de 15 de mayo, establece la asignatura en 2º ESO. Además, remarca una serie de fundamentos para esta asignatura, como son la finalidad, la estructura en el currículo, las orientaciones metodológicas (métodos y propuestas didácticos, recursos didácticos, distribución en equipos, tratamiento disciplinario, evaluación, papel del docente y participación de las familias), contribución en competencias y objetivos específicos[51].

Dentro de la estructura del currículo, y de cara a las actividades propuestas, cabe destacar los bloques siguientes:

1) Bloque 2. Expresión y comunicación técnica. En este bloque se incide en la importancia de que los alumnos adquieran técnicas básicas de dibujo y programas de diseño gráfico, como es el caso del *Sketchup* y los programas de RA y RV comentados en el presente TFM.

2) Bloque 6. Tecnologías de la Información y de la Comunicación. pretende la adquisición de destrezas en el uso de herramientas y aplicaciones básicas para buscar, bajar, intercambiar y publicar información. En este bloque se perfila la búsqueda de información en internet a través de Google, y se puede considerar la actividad de la yincana con RA y RV.

Como métodos y propuestas didácticos, se reconoce particularmente importante tener presente a los alumnos inmersos en un entorno altamente tecnológico y práctico, algo que no es muy común, puesto que ningún instituto de las Islas Baleares está actualmente trabajando estas tecnologías.

Con respecto a la contribución en competencias clave, destacar la competencia digital, la cual permite que se desarrollen las habilidades para localizar, procesar, elaborar, almacenar y presentar información utilizando las tecnologías de la información y la comunicación. El uso del ordenador toma protagonismo en esta materia como herramienta para simular procesos tecnológicos y, además, contribuye a adquirir destrezas en lenguajes específicos como el icónico o el gráfico.

Revisando la programación didáctica del departamento de tecnología, cabe destacar la ampliación de los objetivos definidos por la Consellería de Educación. Además, se establece con más detalle la relación entre objetivos y competencias clave, y la relación entre competencias clave y los cursos donde se imparte la asignatura de Tecnología. Con respecto a la distribución espacio-temporal de 2º ESO [52], se establece una distribución de 3 horas lectivas semanales para 33 semanas de duración del curso, lo que hacen un total de 99 horas lectivas para todo el curso. De esas 3 horas semanales, 2 se emplearán en el taller para trabajar diferentes proyectos, mientras que 1 hora se empleará en el aula de informática.

El modelaje mediante *Sketchup* es una actividad recogida en la programación didáctica y programada desde varios años atrás, gracias a su facilidad de uso e importancia en el mundo laboral actual (arquitectos, empresas audiovisuales, etc.). Si se complementa con estas dos tecnologías de baja complejidad (recogido el proceso en los tutoriales adjuntos de los anexos E y F), se hace al alumno participe de esta ampliación de proyecto, con un grado de dificultad de implementación asequible.

Además, estas tecnologías pueden actuar como un refuerzo de atención y motivación. Como se describe en los apartados siguientes, en barrios conflictivos, la falta de atención en clase y la baja motivación contribuyen a un alto grado de abandono/absentismo escolar. Sin embargo, la posibilidad de romper el esquema clásico de la clase magistral, y el uso de tecnologías multimedia vanguardistas aumentan su curiosidad y su motivación. En la siguiente figura se adjunta los diseños de uno de los alumnos, que se interesó por la aplicación y el diseño de Realidad Virtual, y comentó su interés por materializar un videojuego que él tenía en mente. Por supuesto se le aleccionó a acabar sus estudios actuales y llegar a la universidad, pero también se le comentó que programador de videojuegos hoy en día es una carrera de

difícil acceso por los conocimientos técnicos necesarios, pero con altas retribuciones económicas.

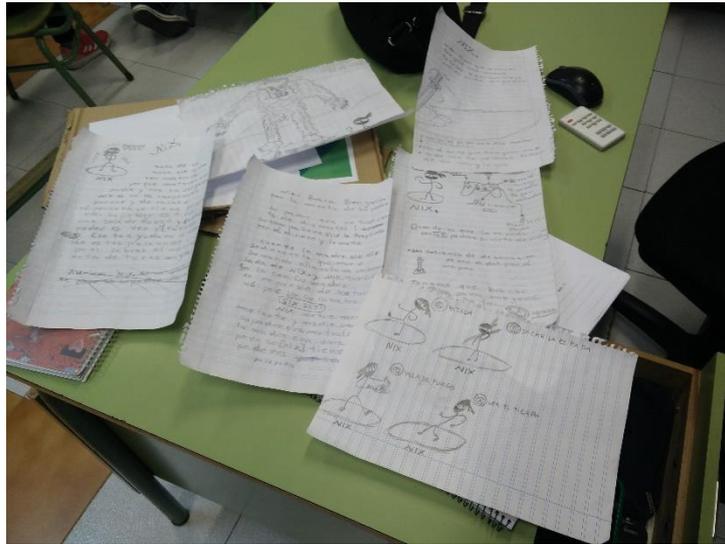


Figura 3.13. Diseño de un videojuego, por parte de un alumno de 2º ESO.

Como metodologías actuales que permitan destacar estas actividades, podemos destacar la integración con las TICs/TACs, metodologías para el desarrollo de competencias y BYOD.

1) Integración con las TICs / TACs.

Las TIC (acrónimo de *Tecnologías de la Información y de la Comunicación*) por definición son el conjunto de elementos, desarrollos y técnicas usadas en el tratamiento, almacenamiento y la transmisión de datos e información. Expuesta la definición, actualmente se pueden encontrar multitud de elementos tecnológicos cada vez más presentes en nuestra sociedad, y por supuesto en el aula. Por supuesto, no es una solución eficaz solo el tener presente estos dispositivos, hará falta también un curso para el profesorado, de cara a usar estos elementos de forma eficaz y veloz. Como ejemplos de estos elementos en las aulas, tenemos los ordenadores, las pizarras digitales, proyectores, equipos de audio, etc.

Pero de la especialización de las TIC en el proceso educativo, es de donde surge el termino TAC (acrónimo de *Tecnologías del Aprendizaje y del Conocimiento*). Se trata de aplicar las TIC a la educación, mediante metodologías apropiadas, principalmente significativas y colaborativas, fomentando nuevos escenarios de aprendizaje y construcción del conocimiento. En este sentido, y a diferencia de las TIC, aquí no es de vital importancia el dominio de la herramienta, sino que la metodología funcione y alcance el fin didáctico [6].

Desde el punto de vista del presente TFM, la Realidad Aumentada y la Realidad Virtual son herramientas TIC/TAC, con el soporte de un dispositivo electrónico de amplia expansión: el móvil. Por supuesto, la RA y la RV permiten otros dispositivos móviles (entre ellos las tablets), pero no son están tan difundidos como el móvil.

Con estas dos tecnologías, y mediante un correcto protocolo marcado por el respectivo documento del centro (Reglamento de Régimen Interior), se consigue construir estos escenarios innovadores en la educación.

2) **Metodologías para el desarrollo de competencias.** Si se atiende a la clasificación de metodologías proporcionada por Mario De Miguel [53], se puede incluir las modalidades de *Aprendizaje orientado a proyectos* y *Aprendizaje basado en problemas*.

El *Aprendizaje orientado a proyectos* sería una opción plausible a la hora de pedir a los estudiantes la realización de un proyecto en un tiempo determinado para abordar una determinada tarea, como la creación de un escenario de Realidad Aumentada o Realidad Virtual a partir de sus propios diseños de Sketchup. Dado que el tiempo destinado a dicha tarea sería relativamente corto, se les ayudaría con una guía donde ellos mismo pudiesen simplificar la tarea, pero adaptándola a sus necesidades y omitiendo determinada información para que el propio alumno pueda resolver dicho problema (nombre del proyecto, diseño de disparadores, etc.).

Es un método basado en el aprendizaje experiencial y reflexivo, en el que tiene gran importancia el proceso investigador alrededor de un determinado tema, con la finalidad de resolver determinados problemas complejos a partir de soluciones abiertas o abordas determinados temas difíciles para el alumnado. Con esta metodología se permite la generación de conocimiento nuevo y el desarrollo de nuevas habilidades por parte del estudiante. Es un aprendizaje orientado a la acción, no se trata de aprender acerca de algo (como ocurre con el método de *Aprendizaje basado en problemas*), sino de hacer algo.

Como principales ventajas en el *Aprendizaje orientado a proyectos*:

- Los alumnos aprenden a tomar sus propias decisiones y a actuar de forma independiente.
- Mejora la motivación para aprender porque se apoya en la experiencia y favorece el establecimiento de objetivos relacionados con la tarea.
- Permite aplicar los conocimientos, habilidades y actitudes adquiridas a situaciones concretas, con la consiguiente mejora de las competencias correspondientes.
- Fortalece la confianza de los estudiantes en sí mismos, y fomenta el aprendizaje investigador.

El *Aprendizaje basado en problemas* (a menudo también llamado por sus siglas ABP) parte de un problema, o conjunto de problemas que, diseñado por el profesor, el estudiante ha de resolver para desarrollar determinadas competencias previamente definidas. Este método puede encajar en la actividad de la yincana, donde el problema consiste en resolver determinadas preguntas, y la competencia clave a desarrollar es la competencia digital.

El método ABP parte de la idea de que el estudiante aprende de un modo más adecuado cuando tiene la posibilidad de experimentar, ensayar o, sencillamente, indagar sobre la naturaleza de fenómenos y actividades cotidianas. Así, las situaciones problema que son la base del método se basan en situaciones complejas del mundo real, como por ejemplo la búsqueda de información en internet a través de Google. El aprendizaje es más estimulante cuando requieren del esfuerzo intelectual del estudiante

y no se ofrece toda la información necesaria para resolver el problema. Con respecto a este método, también se basa en la idea de que los problemas que entrañan cierta dificultad se resuelven mejor en colaboración con otras personas, entrando en materia de la metodología del *Aprendizaje colaborativo*, pero siempre como una opción más a elegir dentro de las posibles variables. En este sentido, se podía haber hecho equipos dentro del alumnado que participaba en la yincana.

- Dentro de las ventajas del *Aprendizaje basado en problemas*, se pueden destacar:
- Facilita el entrenamiento en resolución de problemas.
- Planteado con las condiciones debidas, puede promover tanto el trabajo autónomo como el trabajo colaborativo.
- Establece ciertas conexiones con carreras profesionales en el futuro.
- Aumenta la motivación del alumnado por parte de los estudiantes al tener que ensayar soluciones concretas.

3) **BYOD (Bring Your Own Device)**, se refiere a una política de uso de recursos que está siendo ampliamente utilizada por todo el mundo, y que permite que los alumnos traigan su propio dispositivo (portátil, tablet, smartphone o cualquier otro elemento tecnológico) al aula. En vez de utilizar los recursos disponibles en el centro, cada alumno usa los recursos que suele tener en su casa [54].

Con respecto a esta última política educativa BYOD, permite llevar siempre en el dispositivo el trabajo del alumno y evitar la problemática de las pérdidas de memorias flash. Puede incluso ser productivo, puesto que los alumnos pueden mostrar el trabajo hecho en clase a las familias, reforzando de esta manera el enlace instituto-familias. Además, el dispositivo es conocido por el alumno, lo que le permite cada vez sacarle un mayor provecho. Como última ventaja, el dispositivo es válido no solo para una asignatura concreta, sino que permite usarlo en muchas otras.

Anteriormente se habló de los beneficios para el alumno, pero también existen otros beneficios para el centro. El primero y más obvio, el ahorro económico por parte de todos los equipos informáticos y la infraestructura necesaria. También existen cambios en cuanto a los beneficios pedagógicos y del aprendizaje, pues el entorno es diferente. No sólo los valores de aprender a cuidar los recursos o de cómo usar la tecnología, también el modelo 1:1 (un dispositivo por cada alumno) implica que las cosas se hacen de forma diferente a cuando varios comparten el mismo terminal.

También existen inconvenientes, como en toda metodología. En primer lugar, y posiblemente el más importante, está en que el ahorro económico del centro escolar que se mencionó previamente, se convierte en un gasto adicional para las familias. El entorno ideal sería que el propio centro cediese durante un período de tiempo (curso tras curso) los dispositivos. Sin embargo, la limitación de presupuesto de los institutos hace que, en muchos casos no sea posible, o si es posible, se destinen a alumnado más maduro y en horario lectivo (como ocurre en los ciclos formativos de informática).

Además, si el dispositivo móvil o el portátil pertenece al alumno, este mismo puede distraerse con aplicaciones propios y videojuegos, páginas web no relacionadas con la materia o programas de mensajería instantánea. Lo ideal sería que existiese una supervisión de las familias o el centro para evitar esto, usando medios para “capar” el dispositivo móvil.

Por último, y como caso ocurrido en las sesiones del presente TFM, destacar que la normativa del centro impide el uso de cualquier dispositivo móvil en clase, siendo perfectamente sancionables por el profesorado. Previo al desarrollo de las sesiones se comentó con el equipo directivo y con los profesores implicados, y el centro dio el visto bueno a dichas actividades con la condición de supervisión por parte de los profesores responsables, y en momentos concretos de las sesiones.

El interés del centro fue tan alto, que se llegó a solicitar todo el material posible con respecto a esta investigación (encuestas, transparencias, acceso al repositorio de la UVA tras su publicación, etc.), y actualmente se estudia si usar parte del presupuesto del departamento de Tecnología para la compra de varias gafas de RV dependientes de móvil.

3.3. Realidad Aumentada en IES Francesc Borja i Moll

3.3.1. Trabajo previo

En la comunidad de Baleares, la asignatura de Tecnología se imparte en 2º ESO en vez de 1º ESO (como se hace en la comunidad de Castilla y León). Además, se trata de una asignatura troncal de 3 horas semanales, donde en la programación didáctica se reparte dos horas para actividades manuales y refuerzo de contenido teórico, y una a contenido informático. Y dentro de la parte de informática, una actividad que se realiza todos los años es el modelado 3D de una habitación a través del software *Sketchup*.

Una vez consultados el equipo directivo y la profesora de los grupos de 2º ESO, se dio luz verde a los talleres de Realidad Aumentada para grupos de 2º ESO. Pero con la condición de concertar una reunión a modo de demo de dichos talleres. Para dicha reunión se diseñaron unos cuestionarios (adjuntos en el Anexo G), junto con una sesión explicativa y unas actividades. La sesión explicativa se destinó a explicar las diferentes técnicas multimedia en la actualidad, mediante Realidad Aumentada, Realidad Virtual y holografía. Estas sesiones se temporalizaron en una hora (es decir, toda la duración de la clase), con actividades diferentes. Los grupos destinados a estos talleres serían 2 grupos diferentes de 2º ESO, por tanto, serían 2 sesiones diferentes:

- Sesión 1 (2ºESO, grupo A, Tecnología):
 - Cuestionarios iniciales y finales.
 - Taller: Visualizar su proyecto de *Sketchup* mediante su Realidad Aumentada.
- Sesión 2 (2ºESO, grupo B, Tecnología):
 - Actividad: Realizar una yincana, enfocada a la búsqueda de información a través de Google, y usando como plataforma principal la Realidad Aumentada.

Dado que la propuesta implicaba llevar el diseño del *Sketchup* a la Realidad Aumentada, se busca el software adecuado que pueda simplificar el diseño y evitar contenidos más complejos, como la programación informática. Para tal fin, se usaron los programas *Aumentaty Creator* (programa de PC) y *Aumentaty Scope* (app de móvil). Para las pruebas iniciales, la profesora proporcionó 3 ejemplos de diseño del año pasado (ficheros skp) y se convirtieron con éxito en ficheros de modelaje 3D (ficheros dae), para posteriormente crear un proyecto en el ordenador con el programa

Aumentaty Creator. Una vez subido a internet, está disponible para cualquier persona (incluidos alumnos y profesores). Se adjunta en el anexo E un tutorial de cómo usar este software para combinarlo con el *Sketchup*, y de esa manera obtener la Realidad Aumentada en cualquier dispositivo móvil, ya sea móvil o tablet.

Con respecto a la yincana, en base al documento Word que venía sirviendo de guía para esta prueba todos los años, se transforma en una yincana de Realidad Aumentada con este software. Para el diseño, se usaron una serie de triggers inspirados en jeroglíficos, donde cada jeroglífico representaba una letra, para buscar un orden. Además, se diseñó un cuestionario en Google Form, con el fin de que ellos mismo pudiesen trabajar de manera individual y comprobar sus aciertos.

Además, en cuanto a las transparencias, se reutilizan las mismas que se usaron en la sesión 1, explicando las nuevas tecnologías multimedia (Realidad Aumentada, Realidad Virtual y hologramas).

Los cuestionarios iban enfocados a preguntarles por estas tecnologías, con el fin de conocer su grado de conocimiento con respecto a las tecnologías de sus móviles y estas nuevas tecnologías multimedia.

Con una demo previa, y el visto bueno de las transparencias, los cuestionarios y las actividades, se determinó el día para los talleres. Dado el poco tiempo entre las pruebas iniciales y las sesiones, y debido a restricciones en los ordenadores de los alumnos (estándar de actuación puesto por el equipo TIC del instituto y para cualquier ordenador del centro), se decidió que los alumnos no crearían la Realidad Aumentada, sino que se subirían directamente sus proyectos a la nube del *Aumentaty Scope*, para que ellos pudiesen descargarse sus propios proyectos y verlos en su móvil.

3.3.2. Sesión 1

En la clase de 2º ESO, se contaron con un número aproximado de 20 alumnos (una cantidad de alumnos estándar, dado que a finales de curso el absentismo escolar aumenta), en la última hora de la mañana del viernes. El grado de dificultad de dicha hora es elevado, y se suele manifestar mediante falta de atención o constantes interrupciones en la clase, debido a su cansancio acumulado y la cercanía del fin de semana. Se repartieron los cuestionarios iniciales para que sean rellenados. Una vez entregados, se les puso las transparencias, y se procedió con una clase magistral acerca de dichas tecnologías, de 15 minutos de duración. Se explicaron las transparencias de manera rápida, debido a las continuas interrupciones, pero siempre buscando la mejor respuesta, con diplomacia y con gestión emocional, con el fin de sortear dicha dificultad.

Una vez terminadas las transparencias, se les instó, como excepción de aquel día, y para aquel taller aprobado previamente por la profesora titular y el equipo directivo, a sacar los móviles y bajarse la aplicación *Aumentaty Scope*. Se observó un pequeño porcentaje de alumnos que, aunque posee móvil fuera del recinto escolar, no lo llevan cuando van a clases, y se les propuso ponerse al lado de alguien que lo tuviese en ese momento. Una vez instalada la aplicación y descargado el proyecto, pudieron ver la Realidad Aumentada en vivo. Como resultado final, cabe destacar la sorpresa y el agrado de ver sus propios proyectos en su móvil, incluso de los que no llegaron a

entregar los propios proyectos de *Sketchup* en la semana anterior. Finalmente, se les repartió la encuesta final, colaborando en todo momento.

3.3.3. Sesión 2

En el contexto de la segunda sesión, la clase fue a primera hora de la mañana. El número es también alrededor de 20 alumnos, y se pudo comenzar con la exposición de las transparencias de manera más tranquila. Se les expuso las transparencias, con información similar a la primera sesión, y usando la misma metodología. Se prestó especial atención al tema de la Realidad Aumentada, y a continuación se pusieron sobre la mesa los jeroglíficos (desencadenadores de la Realidad Aumentada) para que ellos empezasen con la yincana.

Debido a la dificultad de que los alumnos escribiesen bien el link del cuestionario del Google Form, no pudieron acceder al formulario, por lo que se comentó con la profesora la opción de añadir el link del formulario Google al Moodle de la asignatura para otra ocasión.

El resultado fue similar al de la sesión 1, existe una amplia reacción de sorpresa al ver dicha tecnología. No obstante, no se cumple el objetivo principal, que era que los chicos buscasen información en Google, puesto que se limitan a ver cada una de las representaciones en Realidad Aumentada sin intentar resolver las preguntas. Hubo consenso con la profesora respecto a donde estuvieron los posibles fallos de dicha actividad. El principal fue que, si no se les dice que la actividad cuenta para la nota, los alumnos no se esfuerzan. Dado que los cuestionarios van encaminados a solo un grupo específico, se decidió usar los datos recogidos en el grupo anterior, y no se reparte cuestionarios en esta sesión.



Figura 3.14. Aula de informática de la asignatura de Tecnología

3.4. Realidad Virtual en IES Francesc Borja i Moll

3.4.1. Trabajo previo

En la demo del apartado 3.3.1, donde estaba pendiente el visto bueno de la profesora para realizar los talleres de la Realidad Aumentada, se contó también con la presencia del profesor de Educación Plástica (asignatura optativa en 4º ESO), como profesor interesado en estas tecnologías multimedia. Una de sus preguntas que lanzó este

profesor de Educación Plástica fue si, además de verlo en Realidad Aumentada a través del móvil, el propio alumno podía también meterse dentro de ese modelo 3D en miniatura, ya que vio un potencial enorme si se consigue la inmersión total por parte del alumno, a efectos de motivación y de facilidad de aprendizaje. A partir de esa pregunta, surge el planteamiento de este apartado, es decir, la idea de aplicar la herramienta de la Realidad Virtual en la clase.

Se analizó como de asequible es la customización del modelaje 3D en Realidad Virtual. En concreto, se usó las gafas 3D de Google Cardboard, y otro modelo de gafas de la marca Shinecon, gafas de RV dependientes de móvil, fabricadas en plástico y situados dentro de la gama baja.

De la misma manera que existía aplicaciones en Realidad Aumentada, existen también soluciones similares con respecto a la Realidad Virtual, como el programa *Kubity*. Se buscaron soluciones independientes al grado de conocimiento informático del alumno o del profesor. *Kubity* es una aplicación y servicio multiplataforma basado en la nube, que permite la implementación instantánea de archivos 3D en múltiples dispositivos, a través de aplicaciones de modelaje 3D con programas como *Sketchup* y *Revit*. Se adjunta en el Anexo F el tutorial de cómo realizar esta implementación. Comentar también que existen librerías y entornos de programación para modelar en realidad virtual (*SDKs, Unity, etc.*) cada vez mejores, pero se buscó una aplicación sencilla. En el Anexo H se encuentra la encuesta final que se entregó en la clase de 2º ESO.

Una vez terminados los talleres de Realidad Aumentada (y descritos en el apartado 3.4), y encontrada la herramienta de Realidad Virtual, se citó a los profesores de Tecnología y de Educación Plástica para una segunda demo del taller de Realidad Virtual. En principio se les pidió el favor de aumentar el número de talleres para tratar la Realidad Virtual, pero con una reunión previa para dar el visto bueno. En dicha reunión el grado de satisfacción fue tan alto, que el profesor de Educación Plástica propuso ejecutar ese mismo taller con su grupo esa misma mañana (4º ESO, Educación Plástica), con el fin de explicarles a sus estudiantes cómo funcionan dichas tecnologías.

Por otro lado, el resultado fue también del agrado de la profesora de Tecnología. Además, de los profesores anteriormente mencionados, otros profesores en la sala de reuniones estuvieron también presentes en dicha demo. Los resultados son del agrado de la mayoría, y mediante un ligero sondeo se pudo comprobar que fue la primera experiencia con dicha tecnología. Dicha inexperiencia se puede comprobar en el momento en que empiezan a moverse “a ciegas” por la sala de profesores, debido a que este modelo no permite “trasladar” ese movimiento real al movimiento dentro de la Realidad Virtual (en este modelo de gafas, se usa un mando para moverse dentro de la Realidad Virtual). La mayoría de los profesores preguntaron acerca de cómo conseguir dicha implementación, y donde se pueden adquirir esas gafas. En cuanto a la demo para el grupo de Tecnología, se consigue satisfactoriamente una nueva sesión.

A partir de dicha demo, se establecieron 2 nuevas sesiones/talleres para la Realidad Virtual:

- Sesión 3 (4º ESO, Educación Plástica).
 - Taller: Enseñarles la Realidad Virtual y la Realidad Aumentada.
- Sesión 4 (2º ESO, grupo A, Tecnología):

- Taller: Enseñarles la Realidad Virtual, usando como ejemplo uno de los diseños de habitaciones que se hicieron en *Sketchup* en dicha asignatura.

3.4.2. Sesión 3

La clase de 4º ESO para dicha optativa, presentaba 5 alumnos (2 chicos y 3 chicas). La razón de ese número tan reducido se encuentra en que se trata de una asignatura optativa de 4º ESO, enfocada muchas veces a alumnos con intenciones de cursar más adelante bellas artes, ingeniería o arquitectura. Se trata de un grupo reducido y con alumnos más maduros de los que se puede encontrar en 2º ESO.

La sesión empezó con una clase magistral enfocada a la Realidad Virtual y la Realidad Aumentada, con una breve explicación, y posteriormente se mostró ambas tecnologías en el móvil. Todos prestaron atención desde el primer momento, y mostraron un comportamiento mucho más correcto que el grupo de 2º ESO. En 4º ESO los alumnos suelen ser más maduros, y ya tienen una mayor capacidad crítica para decidir que estudios quieren cursar. Posteriormente se les mostró posibles usos en la actualidad, punto que también les interesó bastante.

Como punto a destacar, los alumnos mostraron especial interés por el grado de dificultad del modelaje 3D y los programas profesionales que se usan actualmente. Se les comentó como el grado de dificultad es inherente a la complejidad del propio programa de diseño, y como programas más profesionales (como *Catia*, *Autocad* o *Revit*) no son comparables a *Sketchup*, pero es una importante base.

3.4.3. Sesión 4

Para la sesión con el grupo de Tecnología de 2º ESO, el viernes a última hora de la mañana, el lugar de presentación fue también en el aula de informática (Figura 3.1). Previamente se preparó una encuesta final y las transparencias. La encuesta se perfila hacia preguntas concretas de la Realidad Virtual. Las transparencias buscan un repaso de las tecnologías vistas anteriormente (Realidad Aumentada, holografía y Realidad Mixta), y la Realidad Virtual (definición y usos actuales). Debido al poco tiempo y al proceso delicado de montaje en las gafas Shinecon VR, se decidió que esta vez no usasen su móvil y descargaran su maqueta, sino usar las gafas de Realidad Virtual con un mismo móvil y una maqueta concreta. Se muestra el proceso en el anexo F de cómo se prepara la visión de la maqueta dentro de la Realidad Virtual, con ayuda del programa y la aplicación móvil *Kubity*.

Con respecto a los alumnos, casi todos reaccionaron de manera sorpresiva y se aprecia su total atención al principio de la presentación. La profesora tenía pendiente con ellos un examen rápido (un cuestionario de Moodle), y al terminar se dio paso a la presentación. Se procedió a una clase magistral, con el fin de hablar de las anteriores tecnologías, para posteriormente profundizar en la Realidad Virtual. No obstante, se intentó no perder el tiempo de vista, puesto que se buscó un método expositivo que no exceda de los 15 minutos. La razón es la misma que en la sesión 1, en charlas que llevan más tiempo suelen darse distracciones y constantes interrupciones. Estos comportamientos son comunes con chicos y chicas en las primeras etapas de la educación secundaria. La falta de atención se debe muchas veces a que no entienden

la importancia de la educación, y esto tiene impacto en el abandono y absentismo escolar. Por otro lado, las continuas interrupciones pueden deberse a choques culturales o bien porque buscan el poder llamar la atención del grupo y conseguir una mayor popularidad. Estas interrupciones son un mal comportamiento, reconocido por el Reglamento de Régimen Interior, y sancionables por el profesor.

Con las transparencias se buscó sacar inquietud en ellos:

- ¿Por qué ellos tienen la idea de que es caro si se les ha dicho que me cuestan 18 euros?
- ¿Qué aplicaciones puede tener dichas gafas en la actualidad?

Se les mostró primeramente las gafas de cartón, con el fin de explicar el origen de la Realidad Virtual (como fue un proyecto pionero de Google, y como al principio las regalaban con el fin de gestar una comunidad de desarrolladores de Realidad Virtual). Luego se les enseñó las gafas Shinecon VR, con un diseño más profesional y atractivo. Donde más dudaron fue al conocer el precio de las gafas, puesto que algunos de ellos conocen la versión cara de las gafas de Realidad Virtual en videojuegos (Playstation VR, gafas de RV autónomas, con un precio alrededor de 200 euros).

Entre toda la clase se escogieron varios proyectos de los que habían hecho la clase, y se cargan en el móvil y en las gafas, tal como se explica en el tutorial adjunto al anexo F. Dado que solo se dispone de 2 gafas, se van pasando las gafas, con el fin de que todos viesen la “habitación virtual”, diseñada en ese curso a través de *Sketchup*. Como el mando de las gafas permite moverse por la habitación, pero es un poco complejo, no se les deja el mando al principio, y se configuró las gafas para que estuviesen en el centro de la habitación. Después se les explicó cómo moverse con el mando, y el problema de la inmersión total y el resto de sentidos (como son dos cosas que todavía faltan por pulir en dichas tecnologías).

Preguntan varios aspectos concretos de esa app, como “¿Por qué aparece las palabras inglesas *free*, *walk* y *tour*?” En ese caso concreto, se les explica que había diferentes modos de funcionamiento para esa app. Pero esta pregunta y otras muchas demuestran que esta actividad refuerza el enlace de comunicación entre profesor y alumno, y puede ayudar a mejorarlo en situaciones donde está perdida esta comunicación. Además, estas preguntas demuestran que están interesados en esta actividad, abandonan la pasividad y se muestran activos a la hora de profundizar en el conocimiento.

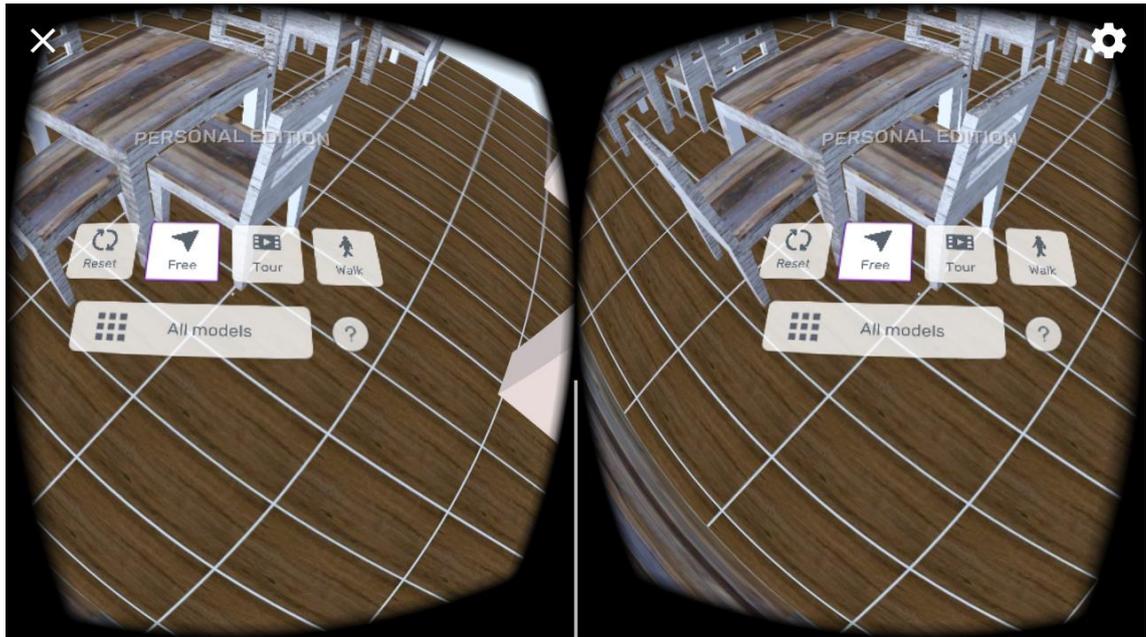


Figura 3.15. Visión estereoscópica en la pantalla del móvil, a través de Kubity.

3.5. Feedback del alumnado y del profesorado

Con respecto a la clase de 2º ESO, la acogida por parte de los alumnos siempre empieza siendo problemática. Esta clase es una clase con un alto número de alumnos repetidores y con ciertas limitaciones en cuanto a actitud de trabajo y valoración de los estudios. Además, siendo última hora de clase, su nerviosismo es elevado, y es difícil dar una charla puesto que la falta de atención y poca motivación los lleva a interrumpir la clase constantemente. Esto fue una constante en los dos grupos de 2º ESO en los que se impartió las sesiones.

Sin embargo, su actitud cambia en el momento en que se les permitió usar su móvil para ver sus diseños o cuando se les enseñó sus diseños en las gafas RV, se muestran sorprendidos y en gran medida, orgullosos de haber formado parte de ese proyecto en el que se les permite ver la habitación que diseñaron, tanto en Realidad Aumentada como en Realidad Virtual. Además, formulan diferentes preguntas, acerca de cómo funcionaba aquello, si les puede permitir crear videojuegos, si de la misma manera pueden diseñar un proyecto completo para toda la casa, etc. Esto realmente demuestra un punto importante y a favor de estas tecnologías, y es que, si se da una actividad correctamente formulada, puede enganchar a alumnos poco motivados o con falta de interés. Por ejemplo, en la anterior figura 3.13, se vio como un alumno pregunta varias veces por la manera de “construir” ese proyecto virtual, con el fin de usarlo en su propio proyecto personal. Es una manera clara de volver a establecer el enlace alumno-profesor, y reconducir la situación de fracaso escolar.

La sorpresa es otra emoción a destacar en la respuesta del alumnado en dichas experiencias. Como se manifiesta en los recientes estudios que relacionan las emociones con la motivación, y en concreto con el estudio realizado por Pilar Martín y Sonia Esteban respecto al método CASA (Curiosidad, Admiración, Seguridad,

Alegría), las emociones de la sorpresa y de la curiosidad son dos herramientas docentes fundamentales y fácilmente reconocibles en el alumno. Son un claro antídoto ante el aburrimiento en clase, y puede ayudar a recuperar un porcentaje de alumnos en riesgo de exclusión [55].

Con respecto a la primera sesión donde se realizó un ensayo con la Realidad Aumentada, se recogen 17 encuestas iniciales y 15 encuestas finales (se desconoce las razones por las que varios alumnos no rellenaron estas encuestas), de donde se pudieron sacar ideas interesantes:

- En términos genéricos, la caligrafía y complejidad de las encuestas realizadas por parte de las alumnas fue superior que la de los alumnos. Esto puede hacer referencia a un mayor desarrollo intelectual y madurez por parte de las alumnas, con respecto a los alumnos.
- El número de alumnos y alumnas que conocen de primeras los conceptos de RV y RA de primera mano es similar al que no lo conoce. La fuente por la que conocen esas técnicas es variada (amigos, videojuegos, películas, televisión, etc.).
- En las encuestas finales se observa como todos los alumnos y alumnas defienden el uso del móvil, junto con técnicas de Realidad Aumentada, para otras asignaturas. Y muchos repiten la expresión “es divertido” y “se puede aprender más”.

Con respecto a las estadísticas obtenidas en la cuarta sesión, dedicada a la Realidad Virtual, en 2º ESO, se obtuvieron 17 encuestas rellenas. En ellas, también es posible extraer ideas interesantes:

- Todos los alumnos recomiendan el uso de Realidad Virtual en otras materias (dibujo, geografía e historia, etc.).
- Con respecto a la pregunta de si los profesores han comentado esta tecnología en clase, todos los alumnos responden con un abrumador “no” y “nunca”. Esto destaca la falta de formación del profesorado con respecto a estas tecnologías. Además, se podría afirmar que esto no es una particularidad de este centro, sino que ocurre en la mayoría de los centros escolares de España. Con el presente trabajo se pretende contribuir a su formación en estas tecnologías.
- Un alumno comenta que le produjo mareos. Esto pudo deberse a que los modelos usados en clase no permiten el uso de gafas de vista, por lo que personas con grado alto de astigmatismo pueden tener esta clase de percances.

Después de cada sesión se preguntó a los profesores titulares de Tecnología y Dibujo, y se obtuvieron conclusiones también interesantes. Con respecto a la profesora de Tecnología, se pudo ver estas 3 ideas:

- Formación. La profesora vio esta sesión como una manera de formarse en estas tecnologías, y vio cómo debería de ser algo obligatorio para todo el claustro.
- Aplicación directa en las clases. Se destaca que estas dos nuevas actividades podían ser una manera interesante de enganchar con la actividad de *Sketchup* propuesta en su unidad didáctica.
- Motivación y refuerzo de atención. Son actividades que, al estar en su mundo fuera del instituto, pueden reforzar su interés y su motivación, y de esa manera evitar el abandono y absentismo escolar.

- Necesidad de perfeccionar las actividades. Con respecto a la actividad de la yincana, se vio que el desarrollo no fue el más óptimo, y los alumnos no llegaban a buscar en internet las preguntas que veían en la Realidad Aumentada. En este sentido se necesitaba trabajar cada detalle de la actividad, como integrar el Google Form en el Moodle en vez de dar un enlace, y precisar que es una actividad evaluable para la evaluación final.

Para el grupo de 4º ESO, al solo estar 5 alumnos el desarrollo de estas actividades fue mejor. Ellos se comportaron de una manera adulta, asimilando todo el contenido de la charla, y viendo las distintas pruebas de manera ordenada. Se tuvo también la oportunidad de hablar con el profesor de tecnología después de la tercera sesión, y otros puntos de vista interesantes fueron:

- Herramienta en otras asignaturas. En dibujo, sería una herramienta excepcional a la hora de entender el dibujo técnico, porque permite representar objetos 3D, que siempre se han representado tradicionalmente en la pizarra en 2D.
- Grupos reducidos. En el caso de esta demostración, que el número de los alumnos fuese 5 y solo hubiese unas gafas fue perfecto, puesto que a gran número de alumnos y pocas gafas, la clase puede distraerse fácilmente.
- Metodología multidisciplinar. Estas gafas pueden ser una herramienta bastante importante tanto en tecnología como en dibujo, puesto que el campo del modelaje 3D y el diseño es un campo común en ambas asignaturas, y tiene una aplicación profesional directa: la arquitectura.
- Gasto económico reducido y durabilidad de los proyectos. Ambos departamentos deberían de invertir en estas gafas 3D, puesto que además de que son baratas, permiten darles una finalidad más útil. Las gafas pueden aguantar años, frente a tabloncillos de madera y cartulinas que el alumno acaba tirando.

3.6. Definición de actividades y propuestas de mejora

En los anteriores enunciados se han contado las experiencias de montar un taller en varias clases, con respecto a la Realidad Aumentada y la Realidad Virtual. En este apartado se pretende preparar las actividades para el próximo curso (y los siguientes si se considerase adecuado), corrigiendo determinadas pautas que dificultaron la experiencia.

La viabilidad de implementación es alta, como se ha visto anteriormente, no requiere de un elevado presupuesto ni de un conocimiento técnico avanzado. Se debe de resaltar que las presentes actividades se definen dentro del marco de un instituto, donde el Reglamento de Régimen Interior permita al alumnado el uso de dispositivos móviles en un espacio habilitado, bajo la supervisión de, como mínimo un profesor, y para fines didácticos y pedagógicos.

Si bien es cierto que lo ideal sería que el propio instituto pudiese suministrar los dispositivos móviles, con un cierto grado de restricciones a la hora de instalar aplicaciones, no todos los institutos poseen un presupuesto que permita llevar a cabo dicha adquisición de dispositivos móviles, ni un equipo TIC que pueda hacer frente a ese grado técnico de restricción en los sistemas operativos móviles Android o IOS. Por

ello se debe de pedir a los alumnos, con varios días de antelación, que lleve su propio dispositivo móvil, principalmente su móvil, aunque también le podría servir su tablet.

Respecto a la necesidad de que los dispositivos móviles puedan descargarse las aplicaciones necesarias y los proyectos, se debe de hablar con el equipo TIC para poder abrir una red wifi temporal para dicho propósito. Otra opción es que los propios alumnos lo traigan descargado de casa, puesto que, como se pudo observar, muchos carecen de datos, por su uso diario.

Con respecto a su evaluación, se debe de destacar un punto clave en toda actividad didáctica: no todas las actividades son evaluables. El presente proyecto pretende ser una guía para el profesorado en estas nuevas tecnologías, como una herramienta que puede resultar más atractiva para un determinado colectivo en riesgo de exclusión escolar. No pretende ser el vehículo hacia la calificación individual de un trimestre, sino un refuerzo o punto de retorno para el alumnado.

No obstante, si hay que hacer uso de estas herramientas de evaluación, con el fin de concienciar a todos los alumnos de la obligación de realizar estas actividades, se recomienda que las actividades 1 y 3 (como extensiones de la actividad original *Diseñar una habitación en Sketchup*), sean solicitadas de manera obligatoria para conseguir el aprobado mínimo de la asignatura. Es decir, se hablaría de una actividad apta o no apta, pero necesaria para conseguir una correcta calificación en dicho trimestre. En cuanto a la actividad 2, dado que consiste en una yincana de 20 preguntas, se puede establecer una evaluación que permita que todas las preguntas valgan lo mismo, y en base al número de respuestas acertadas, establecer una nota global.

A continuación, en los siguientes epígrafes, se muestra las fichas de actividades, en caso de querer convertir los anteriores talleres en actividades formuladas dentro de dicha unidad didáctica.

3.6.1. Actividad 1: Diseña tu habitación con Realidad Aumentada

Título	Diseña tu habitación con Realidad Aumentada
Descripción	Tras el diseño de la habitación de cada estudiante en Sketchup, el alumno debe de realizar la transformación del presente diseño en Realidad Aumentada, mediante el software Aumentaty tal y como se describe en el anexo E.
Duración	Se establece un tiempo máximo de 40 minutos para la realización de dicha tarea. Las propias fases de dicha tarea vienen definidas por el tutorial establecido en el Anexo E.
Técnica didáctica	Realidad Aumentada, RA.
Evaluación	Tal como se estableció al principio del documento, esta tarea es solo evaluable como apta o no apta, dependiendo de si el alumno realiza la entrega o no.
Documentación didáctica	Esta actividad se plantea conforme a la unidad didáctica de 2º de la E.S.O, propuesta para el bloque II: Expresión y comunicación técnica. Se recomienda tomarse su tiempo para entender la guía del anexo E, puesto que el profesor será el guía en caso de que al alumno se le presente algún bloqueo de dicha actividad. En lo referente a los principios metodológicos y los fundamentos pedagógicos, se hacen referencia en el apartado 3.2.

Tabla 3.4. Ficha actividad propuesta N°1.

3.6.1. Actividad 2: Yincana de Realidad Aumentada

Título	Yincana con Realidad Aumentada
Descripción	Se pretende crear una yincana que permita a los alumnos buscar la información necesaria para resolver las preguntas planteadas a través de la Realidad Aumentada.
Duración	Se establece un tiempo máximo de 40 minutos para la realización de dicha tarea. Las propias fases de dicha tarea vienen definidas por el tutorial establecido en el Anexo E.
Técnica didáctica	Realidad Aumentada, RA.
Evaluación	En esta actividad, se puede establecer una evaluación donde cada respuesta correcta valga por igual para la nota global.
Documentación didáctica	Esta actividad se plantea conforme a la unidad didáctica de 2º de la E.S.O, propuesta para el bloque VI: Tecnologías de la Información y de la Comunicación. Se recomienda tomarse su tiempo para realizar un buen estudio inicial, verificar la dificultad de las preguntas, representar el prototipo final en el móvil y para cada pregunta, ya que el resultado final dependerá de este diseño. En lo referente a los principios metodológicos y los fundamentos pedagógicos, se hacen referencia en el apartado 3.2.

Tabla 3.5. Ficha actividad propuesta N°2.



Figura 3.1. Web del departamento de tecnología, actividad de búsqueda por internet.

3.6.2. Actividad 3: Visita tu habitación con Realidad Virtual

Título	Diseña tu habitación con Realidad Virtual
Descripción	Tras el diseño de la habitación de cada estudiante en Sketchup, el alumno debe de realizar la transformación del presente diseño en Realidad Aumentada, mediante el software Aumentaty tal y como se describe en el anexo E.
Duración	Se establece un tiempo máximo de 40 minutos para la realización de dicha tarea. Las propias fases de dicha tarea vienen definidas por el tutorial establecido en el Anexo E.
Temática	Realidad Virtual, RV.
Evaluación	Tal como se estableció al principio del documento, esta tarea es solo evaluable como apta o no apta, dependiendo de si el alumno realiza la entrega o no.
Documentación didáctica	Esta actividad se plantea conforme a la unidad didáctica de 2º de la E.S.O, propuesta para el bloque II: Expresión y comunicación técnica. Se recomienda tomarse su tiempo para entender la guía del anexo E, puesto que el profesor será el guía en caso de que al alumno se le presente algún bloqueo de dicha actividad. En lo referente a los principios metodológicos y los fundamentos pedagógicos, se hacen referencia en el apartado 3.2.

Tabla 3.6. Ficha actividad propuesta N°3.

Conclusión

Este proyecto ha sido enfocado de manera específica a la asignatura de Tecnología de 2º ESO, dentro de un instituto en particular en Palma de Mallorca. Pero también se ha probado en otro curso y asignatura diferente, con el fin de establecer diferentes matices de aplicación.

Dos TFM's de Realidad Aumentada y de uso de móviles en la educación, de la propia universidad de Valladolid, han sido un poco el germen del presente TFM [3], [6]. Mientras que en dichos trabajos se expuso los fundamentos de dicha tecnología, en el presente se exponen las Tecnologías de RA, RV y RM, y se trabajan en directo en varias clases dentro de un centro específico. No obstante, en dicho trabajo se dio un periodo de 5 años para su implementación en los centros educativos, y en mi opinión no se ha cumplido, pero fue un trabajo de calidad resaltable, y destacar que esta línea de investigación es una excelente opción para contribuir a un mayor beneficio en la investigación. También comentar que el repositorio de la UVA (y de otras muchas universidades) debería de ser revisado, puesto que hay una sensación general de que faltan trabajos de este master (o bien no se han difundido por otras razones).

Además, se ha demostrado que estas metodologías pueden ser aplicada en multitud de áreas dentro del instituto, consiguiendo un mayor nexo de unión entre el alumno y el profesor, y facilitando la comprensión de la lección por parte del alumnado.

Con estas metodologías se consigue educar en competencias digitales y aprender a trabajar de forma autónoma. Además, si los alumnos se ayudan entre ellos, se desarrollan habilidades sociales y se fomenta el respeto y la cooperación.

Por otro lado, se destaca la posibilidad de ayudar a alumnos conflictivos, mostrándoles una realidad nueva para ellos. Esta opción puede contribuir a recuperar alumnos que posiblemente estén condenados al fracaso escolar, bien por la metodología tradicional del instituto o por razones ajenas al centro. Se ha demostrado que existe una sensación de “enganche” a estas actividades, bien por la novedad que se les muestra, bien porque ellos son protagonistas directos en estas actividades. Abandonan la pasividad que encuentran en otras clases “clásicas”, y se muestran activos a la hora de profundizar en el conocimiento.

Por último, las posibilidades son muchas, y no solo en Tecnología o Educación Plástica. Se destaca el alto grado de interés que han demostrado los profesores del centro, todos ellos sorprendidos de la iniciativa. Sus comentarios, siendo personas dedicadas a la docencia durante mucho tiempo, revelaron un alto potencial de dichas tecnologías, y mostraron su apoyo a que el centro destinase parte de los recursos en comprar dicho material y conseguir cursos de formación en ello. Por este interés que demostraron, y en agradecimiento a su dedicación totalmente altruista del presente TFM, se ha decidido añadir el proceso de creación de estos escenarios en los anexos E y F.

4. Bibliografía

- [1] Fundación BBVA, “La tasa de abandono escolar temprano en España es un 80% superior a la media europea, pese a que siete autonomías ya han conseguido reducirla al objetivo marcado para 2020,” 2018. [Online]. Available: https://www.fbbva.es/wp-content/uploads/2018/01/FBBVA_Esenciales_23.pdf. [Accessed: 10-Jul-2018].
- [2] Europa Press, prensa online, “La tasa de abandono escolar temprano en España es 8 puntos superior a la de la UE, según Fundación BBVA.” [Online]. Available: <http://www.europapress.es/sociedad/educacion-00468/noticia-tasa-abandono-escolar-temprano-espana-puntos-superior-ue-fundacion-bbva-20180126180157.html>.
- [3] Álvaro Monge Bartolomé, Diego Galisteo González, “Dispositivos móviles en la educación,” UVA, 2013.
- [4] Periódico El mundo, “Francia prohíbe el uso de móviles en los colegios... hasta en el recreo,” 2017. [Online]. Available: <http://www.elmundo.es/tecnologia/2017/12/13/5a316e33e2704e257b8b45d3.html>. [Accessed: 02-Jul-2018].
- [5] Wikipedia, “Realidad Virtual.” [Online]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Realidad_virtual. [Accessed: 12-Jun-2018].
- [6] Celina Paredes Sanz, Diego Galisteo González, “Uso de dispositivos móviles en la educación. Realidad Aumentada,” UVA, 2013.
- [7] Wikipedia, “Realidad Aumentada.” [Online]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Realidad_aumentada. [Accessed: 12-Jun-2018].
- [8] Innovae, blog de noticias y novedades sobre RA, “Historia de la realidad aumentada.” [Online]. Available: <http://realidadaumentada.info/realidad-aumentada/>. [Accessed: 12-Jun-2018].
- [9] Ronald Azuma, “A Survey of Augmented Reality,” *Presence Teleoperators Virtual Environ.*, 1997.
- [10] Wikipedia, “Continuo de la virtualidad.” [Online]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Continuo_de_la_virtualidad. [Accessed: 12-Jun-2018].
- [11] Air (Artificial Intelligence and Rendering), Grupo de investigación de la Escuela Superior de Informática de Ciudad Real, “Proyectos y líneas de investigación en el campo de la Realidad Aumentada.” [Online]. Available: <http://air.esi.uclm.es/linea2.php>. [Accessed: 14-Jun-2018].
- [12] Xakata, portal tecnológico, “Ikea Place, aplicación de Realidad aumentada.” [Online]. Available: <https://www.xatakandroid.com/aplicaciones-android/ikea-place-su-aplicacion-de-realidad-aumentada-para-decorar-tu-casa-llega-a-los-moviles-android-con-arcore>. [Accessed: 13-Jun-2018].
- [13] Neoteo, portal novedades tecnológicas, “Tissot y la Realidad aumentada.” [Online]. Available: <https://www.neoteo.com/tissot-relojes-en-realidad-aumentada/>. [Accessed: 13-Jun-2018].

- [14] Despertar, prensa online, “La realidad aumentada ahora en el Museo Nacional de Antropología.” [Online]. Available: <http://despertarmexico.com/la-realidad-aumentada-ahora-en-el-museo-nacional-de-antropologia/>. [Accessed: 14-Jun-2018].
- [15] Educación 3.0, portal de innovación educativa, “15 libros educativos con realidad aumentada.” [Online]. Available: <https://www.educaciontrespuntocero.com/formacion/libros-con-realidad-aumentada/21600.html>. [Accessed: 20-Jun-2018].
- [16] Aika, diario de innovación y tecnología de la educación, “Cinco aplicaciones para utilizar la realidad aumentada en el aula.” [Online]. Available: <http://www.aikaeducacion.com/recursos/cinco-aplicaciones-para-utilizar-la-realidad-aumentada-en-el-aula/>. [Accessed: 21-Jun-2018].
- [17] Newesc, portal de noticias relacionadas con la tecnología, “Mejores gafas para la Realidad Virtual,” 2017. [Online]. Available: <https://newesc.com/mejores-gafas-de-realidad-virtual-pc-ps4-comprar-baratas/%0D>. [Accessed: 14-Jun-2018].
- [18] Hipertextual, prensa online, “¿Se pueden usar los cascos de realidad virtual con miopía, hipermetropía o astigmatismo?” [Online]. Available: <https://hipertextual.com/2016/03/realidad-virtual-miopia-hipermetropia-astigmatismo>. [Accessed: 14-Jun-2018].
- [19] Matthew Schnipper, “Seeing is Believing: The State of Virtual Reality,” *The Verge*. [Online]. Available: <https://www.theverge.com/a/virtual-reality/intro>. [Accessed: 14-Jun-2018].
- [20] Blogthinkbig, blog tecnológico, “Origen de la Realidad Aumentada.” [Online]. Available: <https://blogthinkbig.com/realidad-aumentada-origen>. [Accessed: 12-Jun-2018].
- [21] Wearable, portal sobre dispositivos electrónicos, “History of Virtual Reality.” [Online]. Available: <https://www.wearable.com/wearable-tech/origins-of-virtual-reality-2535>. [Accessed: 12-Jun-2018].
- [22] Mundovirtual, blog de Realidad Virtual, “Comparativa gafas realidad virtual.” [Online]. Available: <http://mundo-virtual.com/gafas-realidad-virtual/>. [Accessed: 12-Jun-2018].
- [23] Vandal, portal especializado en videojuegos, “Historia del casco Sega VR.” [Online]. Available: <https://vandal.lespanol.com/loquepudoser/segavvr>. [Accessed: 13-Jun-2018].
- [24] New York Times, “Google Intensifies Focus on Its Cardboard Virtual Reality Device.” [Online]. Available: <https://www.nytimes.com/2015/05/29/technology/google-intensifies-focus-on-its-cardboard-virtual-reality-device.html>. [Accessed: 14-Jun-2018].
- [25] El diario, prensa online, “Cómo un español convirtió un trozo de cartón en un superventas de Google.” [Online]. Available: https://www.eldiario.es/hojaderouter/nexo/Google-Cardboard-Leandro_Gracia_Gil-gafas-realidad_virtual_6_541455866.html. [Accessed: 18-Jun-2018].

- [26] Computer Hoy, prensa online, “OSVR, ya se pueden comprar las primeras gafas VR Open Source.” [Online]. Available: <https://computerhoy.com/noticias/hardware/osvr-ya-pueden-comprar-primeras-gafas-vr-open-source-36195>. [Accessed: 14-Jun-2018].
- [27] Tu experto, blog tecnológico, “Los olores llegan a la realidad virtual.” [Online]. Available: <https://www.tuexperto.com/2017/01/20/los-olores-llegan-a-la-realidad-virtual/>. [Accessed: 21-Jun-2018].
- [28] Voltaico, prensa online, “¿Puede la Realidad Virtual ayudar a tratar nuestras fobias?” [Online]. Available: <https://voltaico.lavozdegalicia.es/2017/02/realidad-virtual-tratar-fobias/>. [Accessed: 14-Jun-2018].
- [29] Cuadernos de medicina psicosomática y psiquiatría de enlace, “Realidad Virtual y Tratamientos Psicológicos,” 2007.
- [30] Mario Gutiérrez, Frédéric Vexo, Daniel Thalmann, *Stepping into Virtual Reality: A Practical Approach*. Springer Link, 2008.
- [31] Cinéfilos, portal especializado en cine y series, “Black Mirror 3×02 ‘Playstesting’: La Realidad Virtual al poder de la mente.” [Online]. Available: <https://cinefilosfrustrados.com/black-mirror-3x02-bienvenidos-la-casa-del-terror/>. [Accessed: 14-Jun-2018].
- [32] Mónica Redondo, “Cómo Steven Spielberg utilizó la realidad virtual en ‘Ready Player One,’” *Hipertextual, portal tecnológico*. [Online]. Available: <https://hipertextual.com/2018/04/spielberg-ready-player-one-realidad-virtual>. [Accessed: 14-Jun-2018].
- [33] Pablo Núñez, “Realidad virtual: así transformará el sistema educativo,” *El Mundo*, 2016. [Online]. Available: <http://www.elmundo.es/andalucia/2016/04/28/57223250ca47418b128b4651.html>. [Accessed: 14-Jun-2018].
- [34] Canal patrimonio, blog de noticias culturales, “El Museo Arqueológico Nacional invita a conocer la historia de España en realidad virtual para celebrar su 150 aniversario,” 2017. [Online]. Available: <http://www.canalpatrimonio.com/el-museo-arqueologico-nacional-invita-conocer-la-historia-de-espana-en-realidad-virtual-para-celebrar-su-150-aniversario/>. [Accessed: 22-Jun-2018].
- [35] Wikipedia, “Realidad Mixta.” [Online]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Realidad_mixta. [Accessed: 12-Jun-2018].
- [36] Editeca, portal novedades tecnológicas, “Realidad mixta – ¿Qué es y qué oportunidades nos ofrecerá esta tecnología?” [Online]. Available: <https://editeca.com/realidad-mixta/>. [Accessed: 15-Jun-2018].
- [37] Microsoft, “What is mixed reality?” [Online]. Available: <https://docs.microsoft.com/es-es/windows/mixed-reality/mixed-reality>. [Accessed: 19-Jun-2018].
- [38] Next Reality, portal tecnológico, “What’s the Difference Between HoloLens, Meta 2 & Magic Leap?” [Online]. Available: <https://next.reality.news/news/whats-difference-between-hololens-meta-2-magic-leap-0181804/>. [Accessed: 19-Jun-2018].

- [39] Xakata, portal tecnológico, “Windows Mixed Reality: qué es, qué funciones tiene, y qué dispositivos son compatibles.” [Online]. Available: <https://www.xataka.com/basics/windows-mixed-reality-que-que-funciones-tiene-que-dispositivos-compatibles>. [Accessed: 19-Feb-2018].
- [40] “La realidad mixta se cuele en el quirófano. Cirugía más precisa.” *Computer Hoy*, vol. N° 511, 2018.
- [41] Betech, portal de noticias tecnológicas, “Así ayudará la realidad mixta a controlar el tráfico aéreo.” [Online]. Available: https://as.com/betech/2017/03/24/portada/1490377954_713218.html. [Accessed: 22-Jun-2018].
- [42] Urban tecno, portal tecnológico, “La realidad mixta inmersiva llega a la predicción del tiempo,” 2018. [Online]. Available: <https://urbantecno.com/tecnologia/the-weather-channel-clima-app-realidad-aumentada>. [Accessed: 22-Jun-2018].
- [43] IES Francesc de Borja i Moll, “Página web IES Francesc Borja i Moll.” [Online]. Available: <http://www.iesfbmoll.org/>. [Accessed: 15-Jun-2018].
- [44] Wikipedia, “Barrio Nou Llevant.” [Online]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Polígono_de_Levante. [Accessed: 16-Jun-2018].
- [45] Diario de Mallorca, prensa online, “El futuro está en Nou Llevant,” 2017. [Online]. Available: <https://www.diariodemallorca.es/palma/2017/07/09/futuro-nou-llevant/1231053.html>. [Accessed: 16-Jun-2018].
- [46] Diario de Mallorca, prensa online, “Turismo impone multas a catorce inmobiliarias por 257.000 euros,” 2018. [Online]. Available: <https://www.diariodemallorca.es/mallorca/2018/05/07/turismo-impone-multas-catorce-inmobiliarias/1310848.html>. [Accessed: 16-Jun-2018].
- [47] El economista, prensa online, “Principales empresas en Palma de Mallorca.” [Online]. Available: <http://ranking-empresas.eleconomista.es/empresas-BALEARES.html>. [Accessed: 16-Jun-2018].
- [48] Conselleria de Educación y Universidad de las Islas Baleares, “ciclos formativos para el curso 2018/19.” [Online]. Available: http://www.caib.es/sites/fp/ca/oferta_formativa_2018-2019/. [Accessed: 16-Jun-2018].
- [49] IES Francesc Borja i Moll, “Plan de Innovación Pedagógica del centro,” 2018.
- [50] BOE, Ley Orgánica 8/2013, 9 diciembre, LOMCE, [Online]. Available: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2013-12886>. [Accessed: 20-Jun-2018].
- [51] Conselleria de Educación y Universidad de las Islas Baleares, “Currículo ESO en Islas Baleares.” [Online]. Available: http://weib.caib.es/Normativa/Curriculum_IB/educacio_secundaria_lomce_.htm. [Accessed: 20-Jun-2018].
- [52] Margarita Gallego, “Programación didáctica de Tecnología para 2º ESO,” *Dpto. Tecnología IES Francesc Borja i Moll*, 2018. [Online]. Available: http://www.iesfbmoll.org/?page_id=2074. [Accessed: 01-May-2018].

- [53] De Miguel, Mario. 2005. España: Ediciones de la Universidad de Oviedo *Modalidades de Enseñanza Centradas En El Desarrollo de Competencias. Orientaciones Para Promover El Cambio Metodológico En El Espacio Europeo de Educación Superior.*
- [54] “BYOD, trae tu propio dispositivo: el modelo que quiere revolucionar la educación,” *Educación 3.0, portal especializado en educación.* [Online]. Available: <https://www.educaciontrespuntocero.com/noticias/byod-bring-your-own-device-educacion/32857.html>. [Accessed: 22-Jun-2018].
- [55] Pilar Martín, Sonia esteban, “Vente a C.A.S.A.: emocionate aprendiendo, aprende a emocionarte.” [Online]. Available: <http://pechakuchava.es/sonia-esteban-y-pilar-martin-en-pechakucha-night-valladolid-vol-06/>. [Accessed: 18-Jul-2018].
- [56] Google, “Pagina oficial Google Cardboard.” [Online]. Available: <https://vr.google.com/cardboard/>. [Accessed: 18-Jun-2018].
- [57] Meta, “Meta 2 specifications.” [Online]. Available: <https://meta-eu.myshopify.com/#requirements>. [Accessed: 19-Jun-2018].
- [58] Microsoft, “Hololens specifications.” [Online]. Available: <https://docs.microsoft.com/en-us/windows/mixed-reality/hololens-hardware-details#device-specifications>. [Accessed: 19-Jun-2018].
- [59] Daqri, “Daqri specifications.” [Online]. Available: <https://daqri.com/products/smart-glasses/>. [Accessed: 19-Jun-2018].
- [60] Wikipedia, “Sketchup.” [Online]. Available: <https://es.wikipedia.org/wiki/SketchUp>. [Accessed: 18-Jun-2018].
- [61] Las provincias, prensa online, “Aumentaty, una empresa virtual para hacer negocio real,” 2017. [Online]. Available: <http://www.lasprovincias.es/economia/empresas/empresa-virtual-negocio-20171015001455-ntvo.html>. [Accessed: 18-Jun-2018].
- [62] Wikipedia, “Kubity.” [Online]. Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/Kubity>. [Accessed: 20-Jun-2018].

Anexo A. Características técnicas de las principales gafas de RV autónomas

Modelo	Playstation VR	Oculus Rift	HTC Vive
Características			
Fabricante	Sony	Oculus VR (Facebook)	HTC
Precio (Amazon)	370€	649€	712€
Resolución	960 x 1080 por ojo (Pantalla única de 1920x1080)	1080 x 1200 por ojo (Dos pantallas que juntas tienen 2160 x 1200)	1080 x 1200 por ojo (Dos pantallas que juntas tienen 2160 x 1200)
Campo de visión	100 grados	100-110 grados	110 grados
Frecuencia de actualización	90 Hz, 120 Hz	90 Hz	90 Hz
Hardware recomendado	Sony Playstation 4	PC: - Tarjeta gráfica: NVIDIA GTX 970/AMD 290, superior o equivalente; - Microprocesador: Intel i5-4590 superior o equivalente - Memoria: 8GB DDR3 RAM	PC: - Tarjeta gráfica: NVIDIA GTX 970/AMD 290, superior o equivalente; - Microprocesador: Intel i5-4590 /AMD FX 8350 superior o equivalente - Memoria: 4GB DDR3 RAM
Audio incorporado	3D audio	3D audio	Ninguno
Conexiones	R headset: HDMI, AUX, Stereo Headphone Jack Unidad de Procesamiento HDMI TV, HDMI PS4, USB, AUX	HDMI, USB	Conector 3-en-1 en la interfaz que incluye HDMI/Display Port, USB, y fuente de alimentación
Sensores	Acelerómetro, magnetómetro, sensor de seguimiento del ojo	Acelerómetro, magnetómetro, sensor de seguimiento del ojo	Acelerómetro, cámara frontal, sensor laser
Extras	DualShock, PS Move, PS Camera	Control de Xbox One (incluido), Oculus Touch	2 controles Wireless (incluidos)
Peso	610 g	470 g	555 g

Tabla A. 1. Principales gafas de Realidad Virtual autónomas.

Anexo B. Características técnicas de las principales gafas de RV que necesitan dispositivo móvil

Características	Precio	Especificaciones dispositivo móvil	Accesorios
Modelos			
Google Cardboard	8€ (como manualidad, comprando lentes, velcro y pegamento). 7-62€ (fabricantes oficiales desde link [56]).	Cualquier dispositivo Android/IOS con pantalla 4'-7'	NO
VR Shinecon	17€	Cualquier dispositivo Android/IOS con pantalla 3,5'-6'	Mando adicional por bluetooth
Samsung Gear VR	34€-130€ (depende del modelo concreto)	Galaxy S8, S8+, S7, S7 edge, Note5, S6edge+, S6, S6 edge	Mando adicional por bluetooth (solo en algunas versiones)
Google Daydream View	109€	Pixel, Pixel 2, Galaxy S8/S8+, Galaxy S9/S9+, Galaxy Note 8, ZenFone AR, Axon 7, Mate 9 Pro, Moto Z y Z2	Mando adicional por bluetooth
Merge VR Goggles	60€ (depende del diseño)	Cualquier dispositivo Android/IOS con pantalla 3,5'-6'	Merge cube (5€)
Carl Zeiss VR One	69€	Cualquier dispositivo Android/IOS con pantalla 4,7'-5,5'	NO

Tabla B. 1. Principales gafas de RV dependientes de móvil.

Anexo C. Características técnicas de las principales gafas de Realidad Mixta

Modelo	Meta 2	Hololens	Daqri Smartglasses
Características	[57]	[58]	[59]
Fabricante	Meta	Microsoft	Daqri
Precio	1716€	3299€	4300€
Microprocesador	Intel® Core™ i7-6700 / AMD FX™ 9590 (requerido desde PC)	Intel Aton X5-Z8100; velocidad de 1,04 GHz por núcleo; estructura de 64 bits	6th Generation Intel® Core™ m7 Processor (Up to 3.10 GHz)
Pantalla/Resolución	- 2.5K resolución - Refresco 60Hz - 90° vision	- 720p - 35° vision	1080 x 1200 por ojo (Dos pantallas que juntas tienen 2160 x 1200)
Memoria	16 GB RAM (PC)	RAM 2 GB	RAM 2 GB
Almacenamiento	>2GB (PC)	64 GB Flash	64 GB SSD
Cámara	720p	2,4 MP	640p
Batería	(No usa)	500 mWh/250mA	5800 mAh
Sensores	- 1 IMU - Hand interaction & positional tracking sensor - 4 altavoces - 3 micrófonos	- 1 IMU - 4 environment understanding cameras - 1 depth camera - 1 2MP photo / HD video camera - 4 microphones - 1 ambient light sensor	- 1 IMU - 2 Microphones with Active Noise Cancellation
Peso	500g	579g	Smart Glasses: 335g Compute Pack: 496g

Tabla C. 1. Principales gafas de Realidad Mixta.

Anexo D. Centros escolares en Palma de Mallorca.

Centro	N.º ciclos formativos ofertados	Familias ciclos formativos
IES Francesc de Borja Moll	23	5
IES Juníper Serra	23	4
IES Politécnic	18	7
IES Josep Maria Llompart	11	3
IES Ses Estacions	9	1
IES Son Pacs	9	4
CPFP Academia Fleming	8	4
CPFP Adema	8	2
CC Sant Josep Obrer I	7	2
CPFP Centre de FP Creu Roja	5	2
CC Centro Internacional de Educ. CIDE	5	3
IES Josep Sureda i Blanes	5	2
IES Ramon Llull	5	2
IES Antoni Maura	4	2
IES Arxiduc Lluís Salvador	4	3
CPFP Escola d'Imatge i So (CEF)	4	1
CP Lluís Vives	4	3
CPFP EDIB Formació Professional	3	2
IES Guillem Sagrera	3	1
CIFP Nauticopesquera	3	1
CC Nuestra Señora de Montesión	3	2
CC Aula Balear	2	2
IES Centre de Tecnificació Esportiva	2	1
IES Emili Darder	2	1
CPFP ESERP Business School	2	2
CC Jesús María	2	2
CC La Salle (Palma)	2	2
CC Sant Josep Obrer II	2	2
CPFP Santa Mónica	2	2
IES Son Rullan	2	1
CC Toth Educatiu Amadiba	2	2
IES Aurora Picornell	1	1
IES Institut d'Ensenyaments a Distància	1	1
IES Joan Alcover	1	1
IES Joan Maria Thomàs	1	1
CEPA La Balanguera	1	1
CC La Purísima	1	1
CC Sant Francesc	1	1

Tabla E. 1. Centros escolares con ciclos formativos en la ciudad de Palma de Mallorca.

Anexo E. Tutorial para la generación de Realidad Aumentada a través de ficheros *Sketchup* y programas Aumentaty Scope/ Viewer

El programa *Sketchup* es un programa de diseño gráfico y modelado en 3D, usado en entornos de arquitectura, ingeniería civil, diseño industrial, diseño escénico, GIS, videojuegos, películas, y en el IES Francesc de Borja i Moll para fines educativos. Como trabajo pedido en clase, todos los años se propone modelar el dormitorio del propio alumno.

Su principal característica es poder realizar diseños en 3D de forma sencilla. El programa incluye entre sus recursos un tutorial en vídeo para aprender paso a paso cómo se puede diseñar y modelar el propio ambiente. Permite conceptualizar y modelar imágenes en 3D de edificios, coches, personas y cualquier objeto o artículo que imagine el diseñador o dibujante [60].

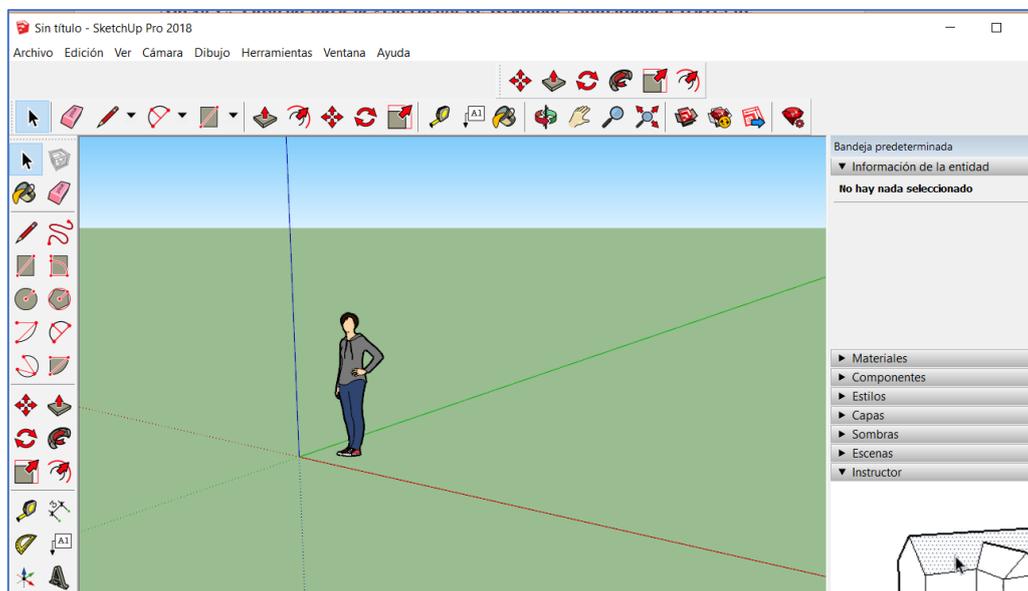


Figura E. 1. Pantalla principal de *Sketchup*.

Además, el programa cuenta con una comunidad de diseñadores repartidos por todo el mundo, donde se incluye una galería de objetos, texturas e imágenes listas para descargar (menú *Archivo*, click en *3D Warehouse*). La lista de opciones que se puede encontrar en dicho repositorio es enorme, además de ser una lista abierta a todo el mundo y con un número de diseños que crece exponencialmente.

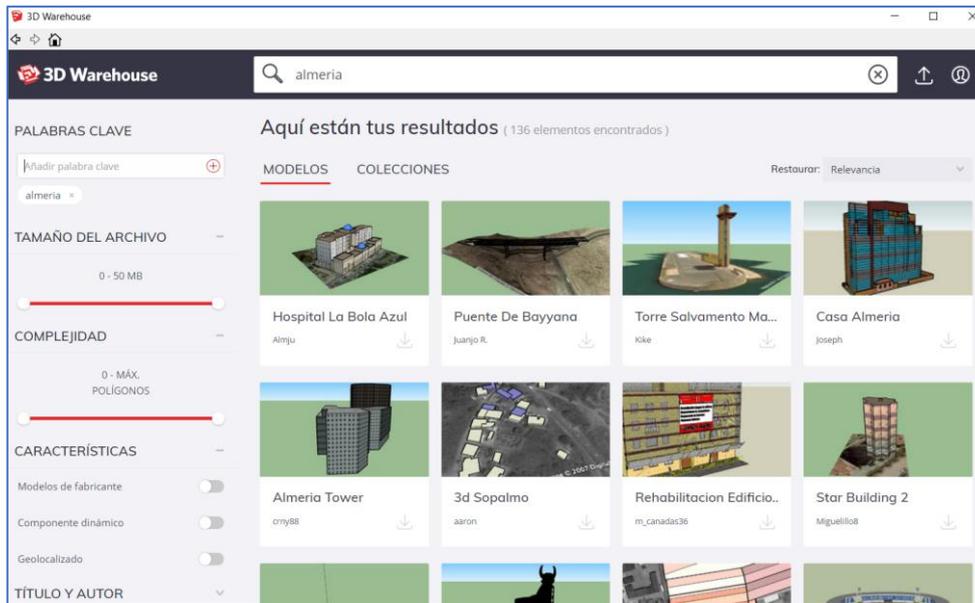


Figura E. 2. 3D Warehouse, repositorio online de diseños en Sketchup.

En el programa, al final el modelado 3D se obtendría un diseño similar al de la siguiente figura. Este programa permite grabar los modelados en 3D en un formato de fichero especial, denominado skp.

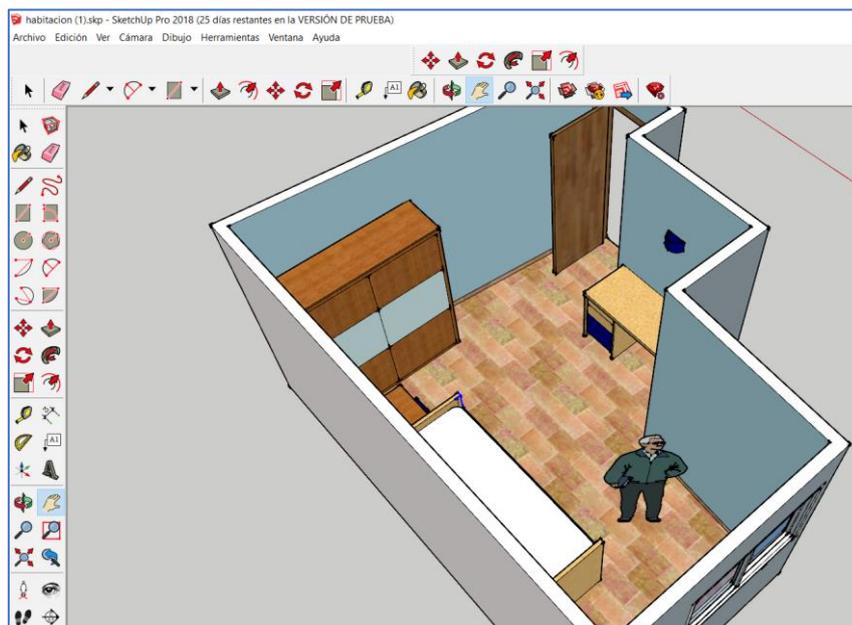


Figura E. 3. Diseño de un dormitorio en Sketchup.

Por tanto, es necesario usar la exportación de estos ficheros skp a ficheros compatibles con el software Aumentaty Creator. Los ficheros que consideraremos a la hora de exportar serán los siguientes: dae, fbx y obj. En la siguiente figura se ve dónde encontrar dicha opción del Sketchup para crear estos ficheros compatibles.

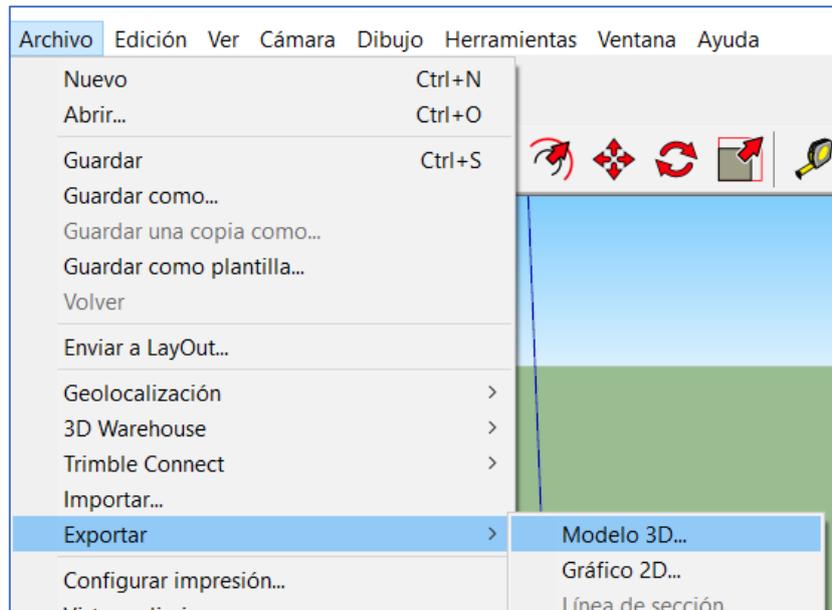


Figura E. 4. Opción de exportar a otros ficheros 3D.

También se muestra en las siguientes figuras donde escoger los ficheros válidos y la mejor configuración, de cara a la exportación. Las opciones no marcadas permiten un mayor detalle del objeto en la Realidad Aumentada, pero también repercuten en unas especificaciones técnicas mayores del dispositivo móvil.

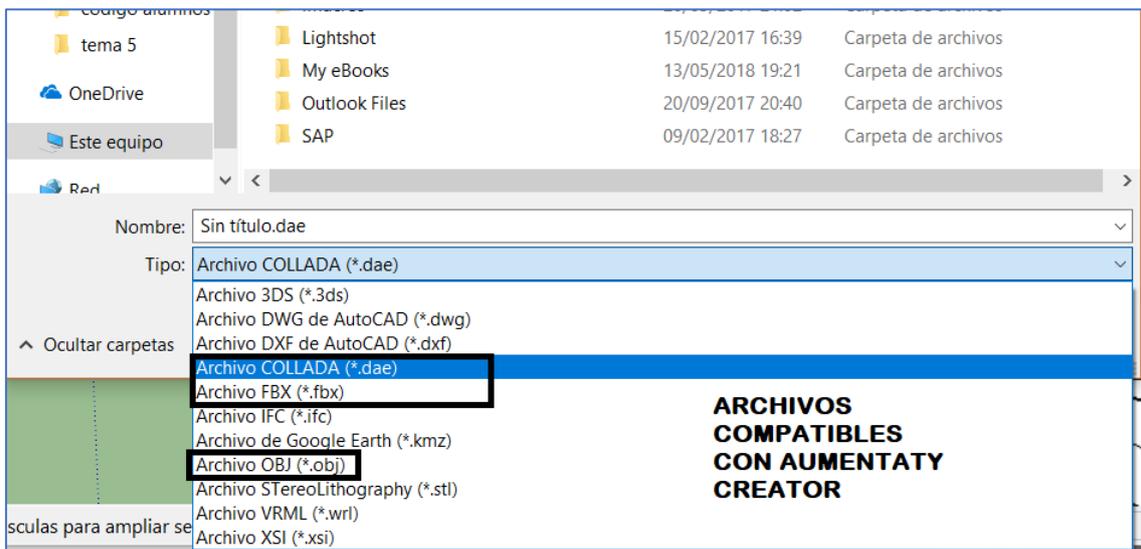


Figura E. 5. Ficheros 3D válidos para Aumentaty Creator.

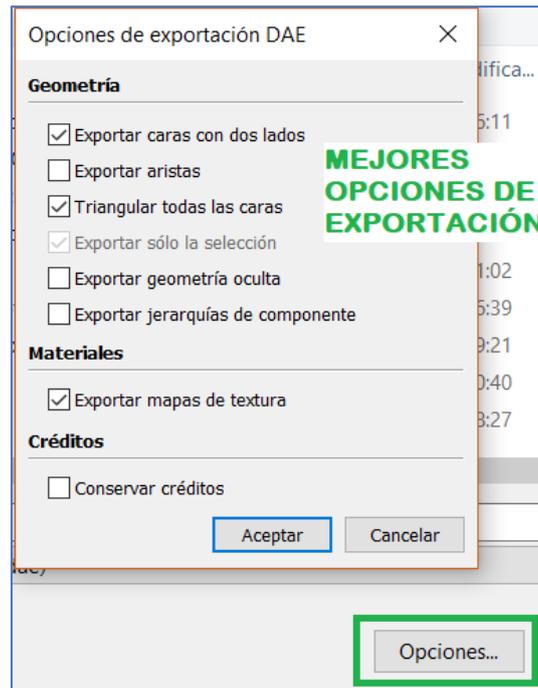


Figura E. 6. Mejores opciones para exportación de imágenes.

El programa Aumentaty Creator para PCs y la aplicación Aumentaty Scope, para móviles, fueron abiertos al público por la empresa valenciana Aumentaty en el 2012 (bajo otro nombre, Aumentaty Author) [61]. Actualmente permite la creación de proyectos en su nube, mediante Aumentaty Creator, para posteriormente trabajar con los dispositivos móviles y el software Aumentaty Scope. A continuación, se muestra los pasos para crear un proyecto con el software Aumentaty Creator, apoyado en figuras para mejorar la comprensión. Se trata de un proyecto Aumentaty para ver una habitación dormitorio, diseñada en *Sketchup*, con solo una ficha, donde el disparador es una captura de la habitación desde el *Sketchup*.

1) Se crea el proyecto que posteriormente se subirá a la nube, con su respectiva imagen, nombre y descripción.

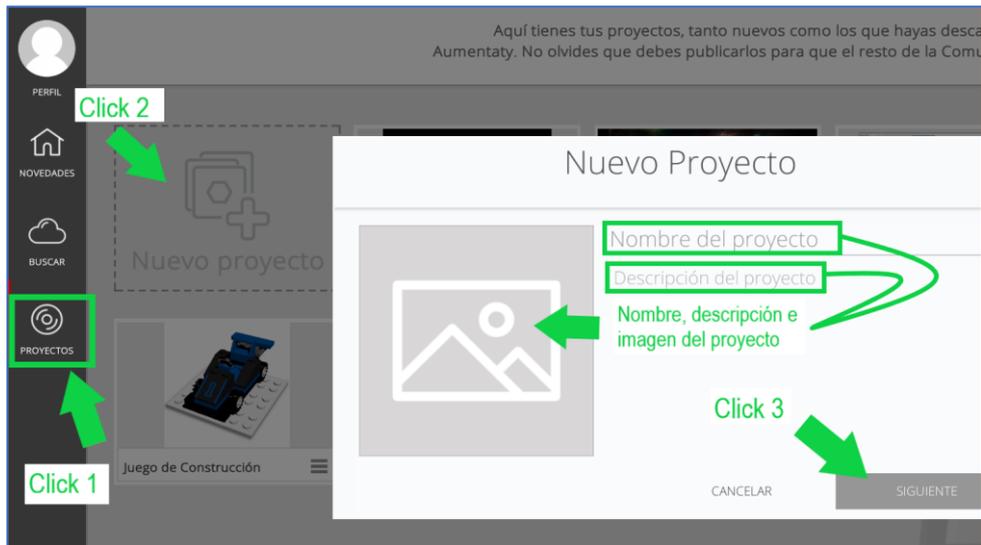


Figura E. 7. Creación de un nuevo proyecto en Aumentaty Creator.

2) Un proyecto se puede descomponer en diferentes fichas. Dado que este tutorial es simplemente una mera ayuda, se creará solo una ficha, con un elemento 3D (la habitación creada en el *Sketchup*).

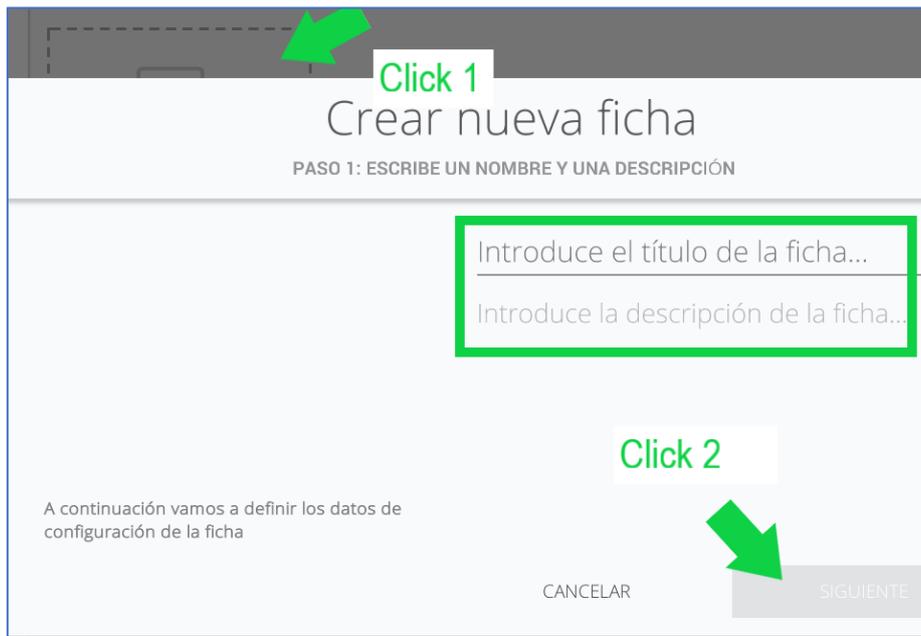


Figura E. 8. Creación de una nueva ficha en Aumentaty Creator.

3) Posteriormente, se necesita elegir el desencadenador, que puede ser un marcador (una imagen con ciertos detalles), una geolocalización (unas coordenadas GPS) o un evento (esta opción es idéntica a la de marcador). Para las sesiones se usó la opción de marcador y funcionó correctamente.



Figura E. 9 . Creación de un marcador para el proyecto en Aumentaty Creator.



Figura E. 10 . Previsualización del marcador del proyecto en Aumentaty Creator.

4) Una vez creado el escenario, usando como base del mismo el propio marcador, se escogerán los elementos que forman dicha ficha. Este programa permite seleccionar entre 5 tipos de elementos: imágenes, texto, videos online, elementos 3D y enlaces. Se usará solo el elemento 3D para situar la habitación en el espacio de la Realidad Aumentada.

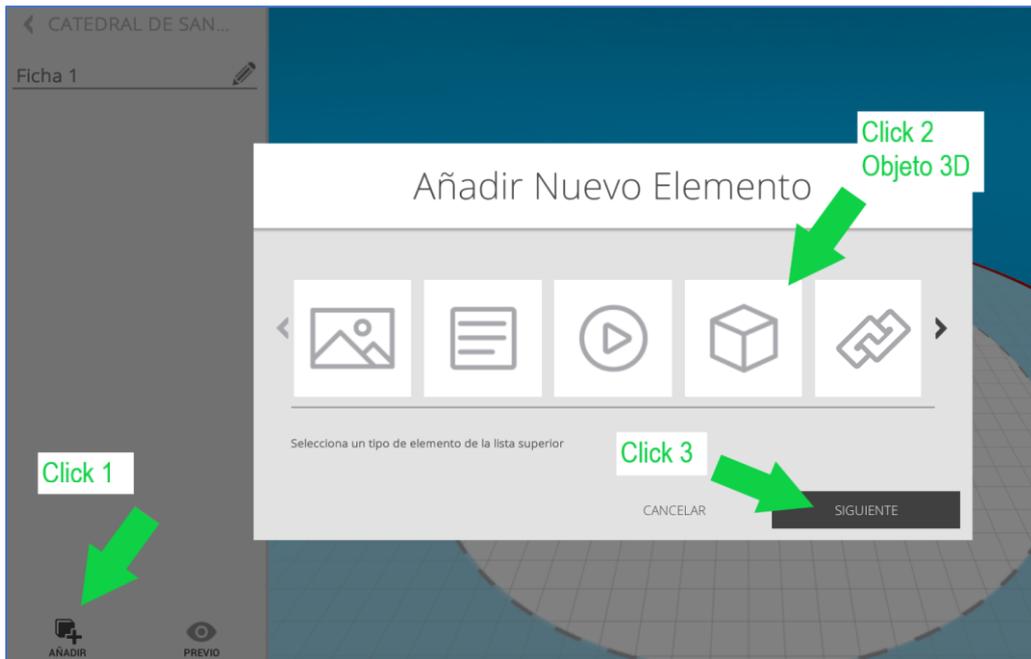


Figura E. 11. Diferentes elementos multimedia dentro de la ficha, en Aumentaty Creator.

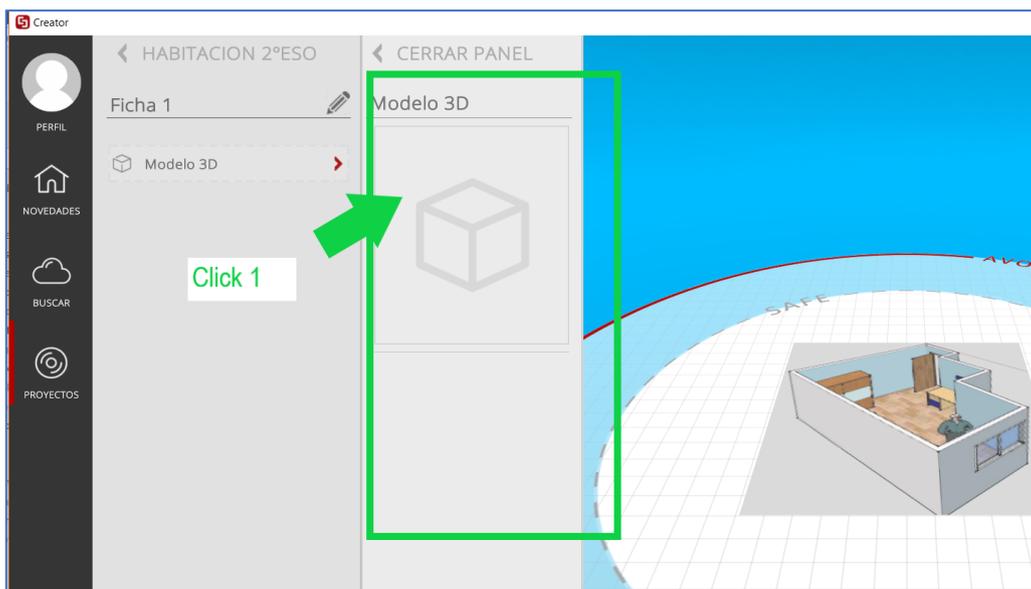


Figura E. 12. Creación de un elemento 3D dentro de la ficha, en Aumentaty Creator.



Figura E. 13. Modelos 3D preestablecidos e importación de elementos 3D propios, en Aumentaty Creator.

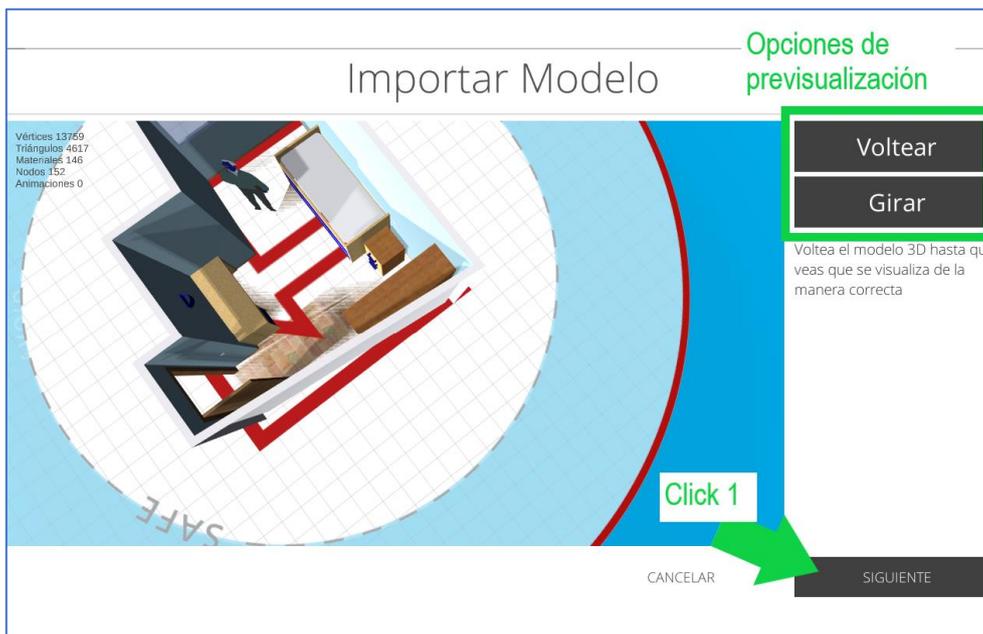


Figura E. 14. Previsualización del modelo 3D, en Aumentaty Creator.



Figura E. 15. Nombre y descripción del modelo 3D de nuestra librería, en Aumentaty Creator.

5) Por último, se retrocederá para publicar el proyecto dentro de la nube de Aumentaty, para que esté disponible a todo el mundo.

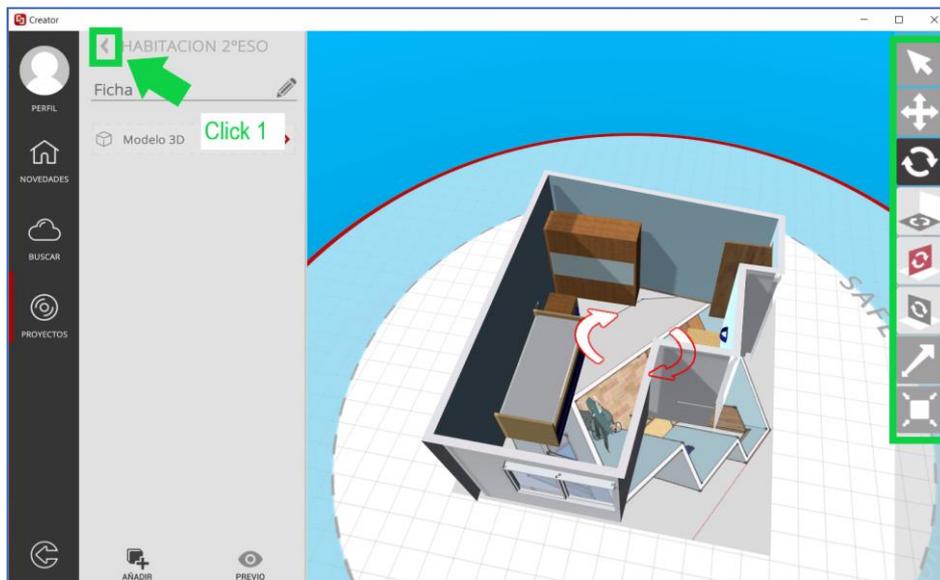


Figura E. 16. Finalizada la ficha en Aumentaty Creator.

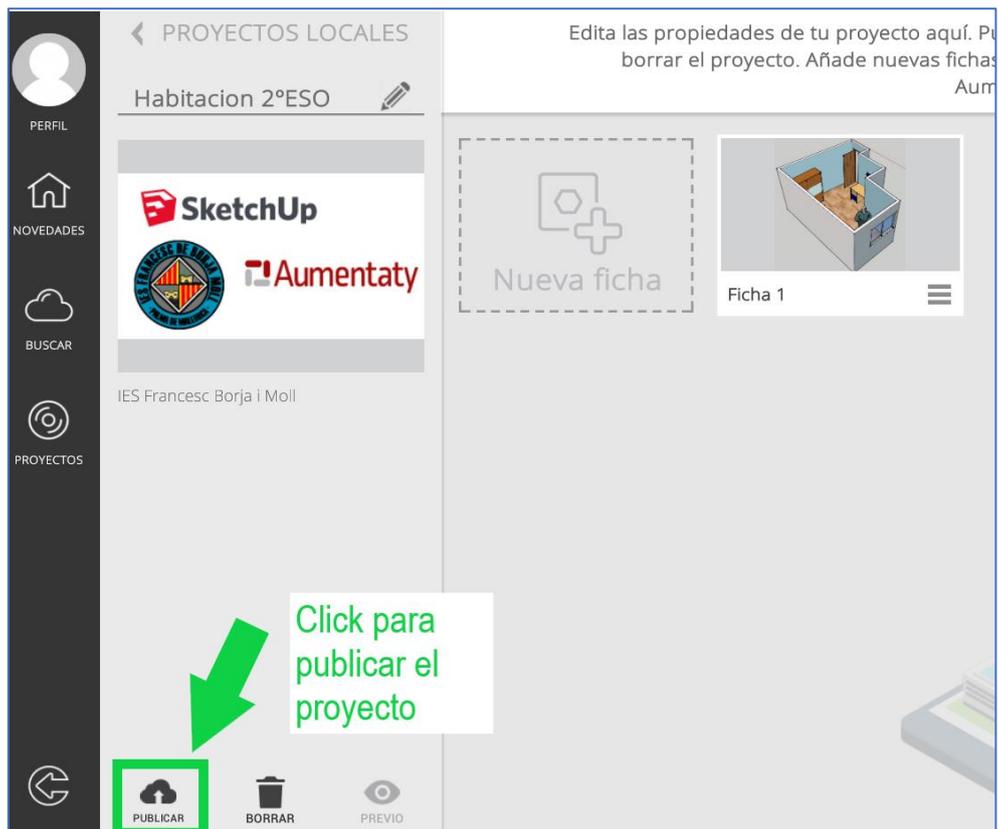


Figura E. 17. Publicación del proyecto en Aumentaty Creator.

El último paso para visualizar la Realidad Aumentada consistirá en descargarse la aplicación Scope en el dispositivo móvil (disponible tanto en Google Play para Android, como en App Store para IOS).

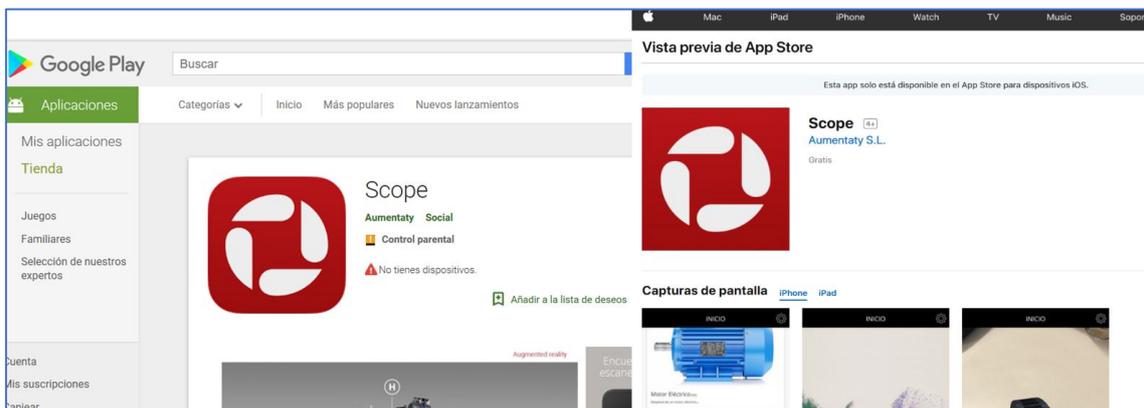


Figura E. 18. Aplicación Aumentaty Scope, disponible tanto para Android como para IOS.

Una vez que el alumno divise con la cámara del móvil el marcador impreso, podrá ver la representación en 3D de la Realidad Aumentada.

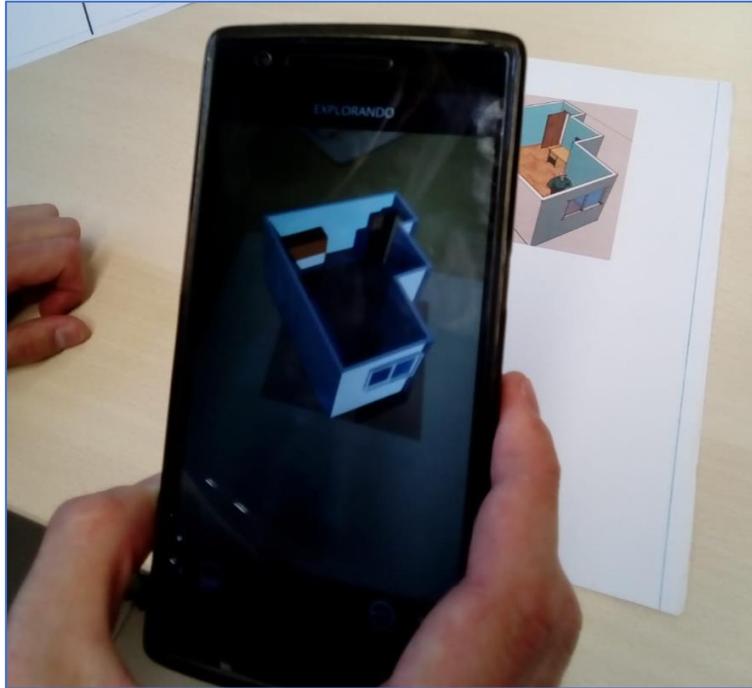


Figura E. 19. Visualización de la Realidad Aumentada a través de la app Aumentaty Scope.

Por supuesto, también es posible ver otros elementos, como texto o imágenes. En la figura de abajo se ve cómo se han usado ambos elementos, junto con un desencadenador con un jeroglífico.

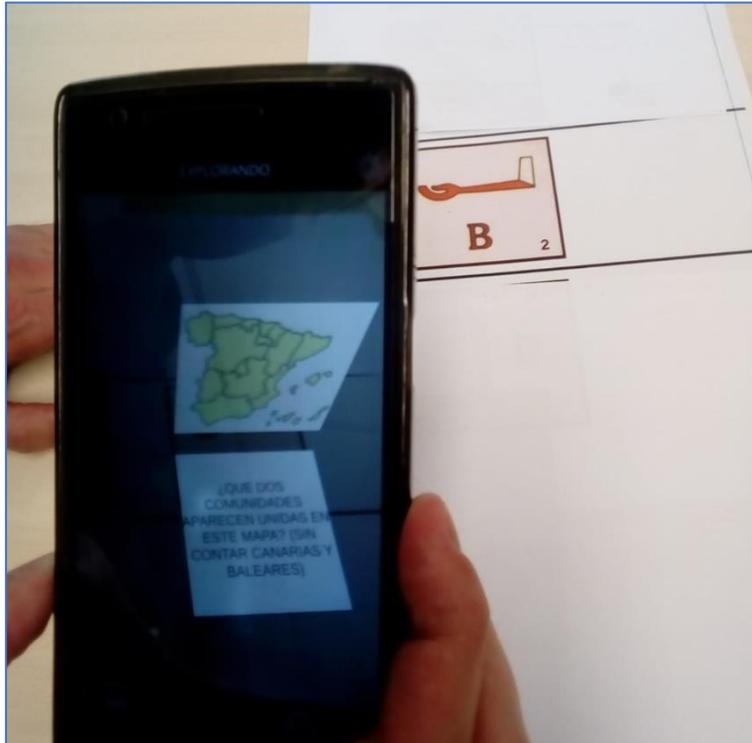


Figura E. 20. Visualización de la Realidad Aumentada a través de la app Aumentaty Scope (2).

Anexo F. Tutorial para la generación de Realidad Virtual a través de ficheros *Sketchup* y programa *Kubity*

Como se comentó en el anterior anexo, el programa *Sketchup* permite modelar objetos 3D de manera sencilla. Este programa es usado dentro de la programación didáctica de tecnología de 2º ESO, para cubrir parte de los contenidos informáticos. Como trabajo pedido en clase, todos los años se propone modelar el dormitorio del propio alumno.

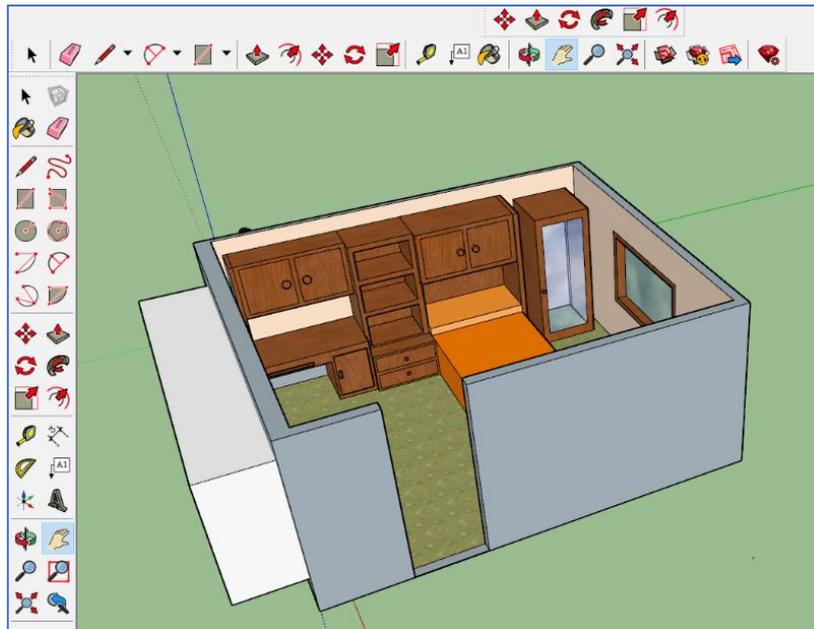


Figura F. 1. Modelado 3D mediante Sketchup.

Para guardar los archivos de trabajo en formato de skp, formato de referencia dentro del *Sketchup*, se debe de usar la opción Archivo→Guardar, o bien Archivo→Guardar como.

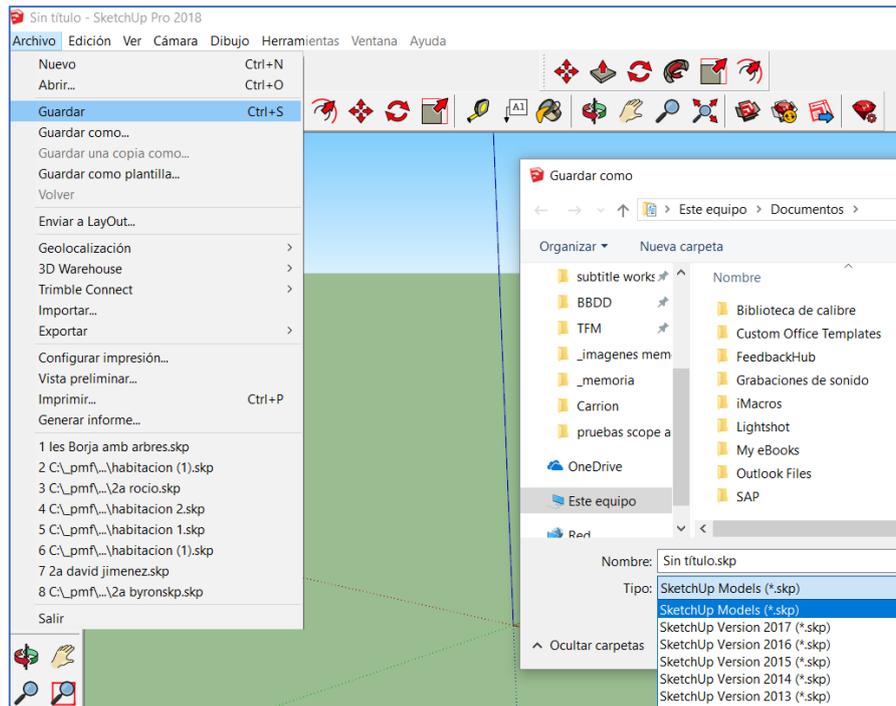


Figura F. 2. Opción de guardar dentro de Sketchup.

Kubity es una aplicación y servicio multiplataforma basado en la nube, que permite compartir archivos 3D en múltiples dispositivos: computadoras de escritorio, teléfonos inteligentes, tabletas, equipos de realidad aumentada y gafas de realidad virtual. *Kubity* funciona con un motor de cristalización 3D patentado llamado "Paragone", que prepara el archivo 3D para transferirlo a través de dispositivos móviles [62].

Kubity tiene aplicaciones prácticas dentro de la arquitectura, diseño de interiores, ingeniería, diseño de productos, películas y videojuegos, y por supuesto en la educación. Es totalmente compatible con modelos 3D procedentes de software *Sketchup* o *Autodesk Revit*. Los productos incluyen una aplicación de escritorio, *Kubity*, una aplicación móvil, *Kubity Go*, y aplicaciones complementarias móviles, como *Kubity VR*.

Kubity es compatible en muchas plataformas, dispositivos y sistemas operativos, incluidos: iOS, Android, Windows, MacOS y Linux. Está disponible como una versión de software gratuito, *Kubity*, y una versión de pago con funcionalidades adicionales, *Kubity PRO*.

Dentro de la aplicación de Windows 10, nada más arrancar el programa se muestra la siguiente pantalla.

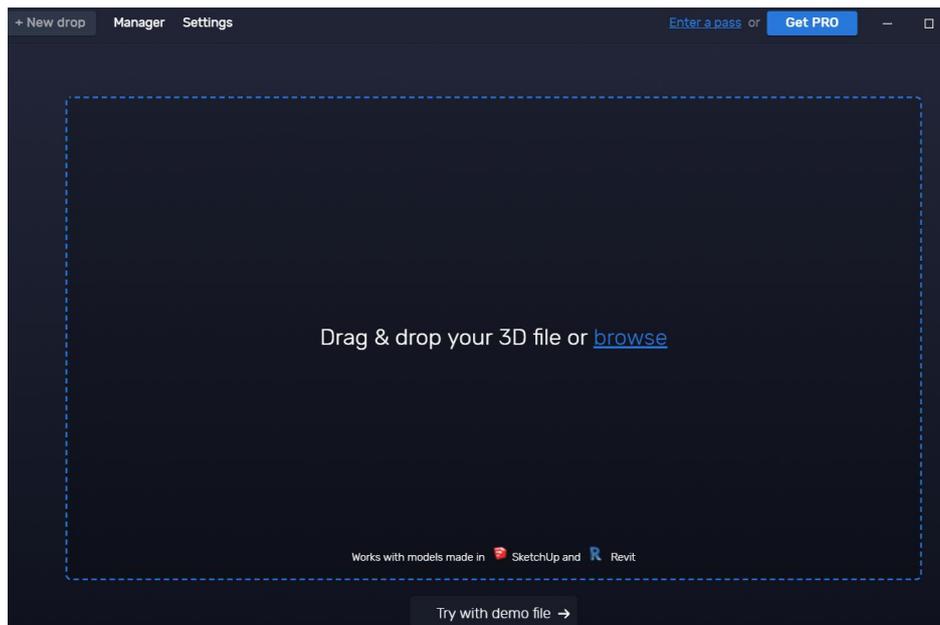


Figura F. 3. Pantalla inicial del programa Kubity.

Para la creación del proyecto bastaría simplemente con soltar el archivo skp en el interior de la zona marcada del programa, y el programa automáticamente crearía el proyecto. Esto generaría un código QR con la dirección donde se guardaría el proyecto.

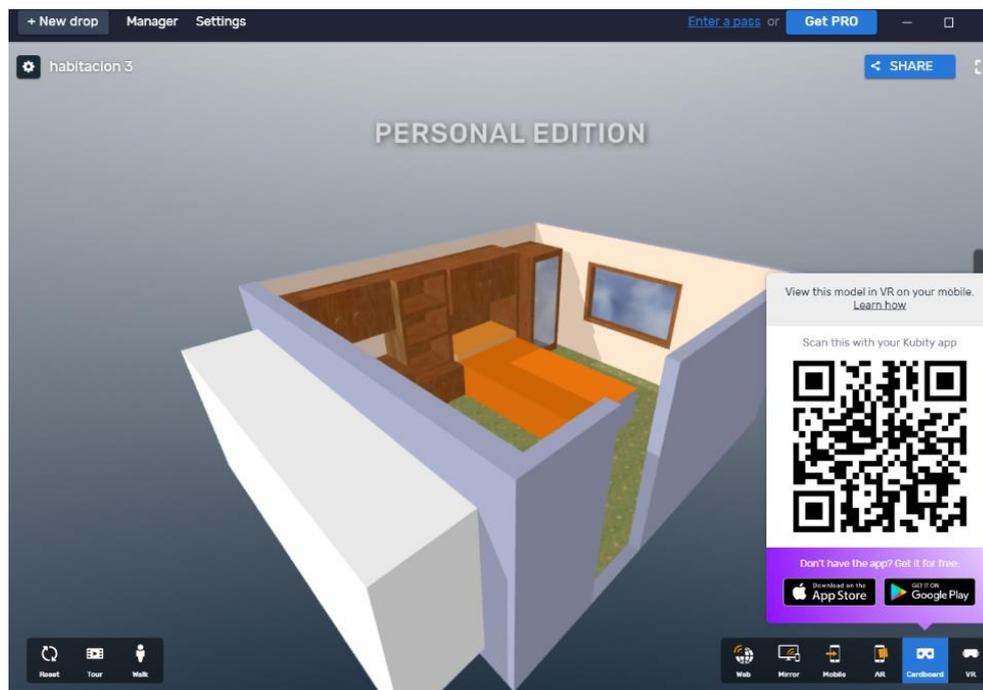


Figura F. 4. Proyecto con el modelo 3D cargado.

Una vez cargado el modelo 3D, solo hace falta descargarse la aplicación móvil *Kubity Go* y *Kubity VR*, para cargar el proyecto con el código VR, y generar la vista estereoscópica.



Figura F. 5. Aplicación Kubity Go generando vista estereoscópica.

Solo falta insertar estas gafas a unas gafas VR de móvil, como las Google Cardboard o las VR Shinecon, y se podrá emular la Realidad Virtual. Además, con el modelo VR Shinecon, es posible el desplazamiento a través del mando bluetooth que incorpora.



Figura F. 6. Montaje de las gafas VR Shinecon.

Anexo G. Encuestas inicial y final, usadas en las sesiones de Realidad Aumentada

Dispositivos móviles, hologramas, realidad virtual y realidad aumentada

Encuesta inicial

DATOS GENERALES

1. Sexo: Hombre Mujer

2. Edad:

3. Curso que estudias:

TELÉFONO

4. ¿Tienes un teléfono con acceso a datos? Sí No

5. ¿Utilizáis el móvil en alguna asignatura en tu instituto? Sí No

Si has respondido que sí, ¿podrías decir cómo?

Si has respondido que no, ¿crees que podía ser interesante hacerlo? Sí No

y, ¿por qué?

6. ¿Sabes que el teléfono se puede utilizar para medir datos físicos? Sí No

7. ¿Sabes qué sensores tiene tu móvil? Sí No

¿Podrías enumerarlos?:

8. ¿Sabrías explicarme que son los hologramas, la realidad virtual y la realidad aumentada?

Figura G. 1. Encuesta inicial de RA.

Dispositivos móviles, hologramas, realidad virtual y realidad aumentada

Encuesta final

DATOS GENERALES

1. Sexo: Hombre Mujer

2. Edad:

3. Curso que estudias:

USO del SMARTPHONE EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

4. Ahora que has empleado el móvil para esta actividad, ¿te parece más atractiva la clase?

Nada Apenas Igual Bastante Mucho

¿Por qué?

.....

5. ¿Te gustaría tener actividades como esta en el instituto para estudiar otras asignaturas?

Si No

¿por qué?

.....

3. ¿Te parece útil el uso de los hologramas?

Nada Poco Normal Bastante Mucho

¿Podría usarse en el instituto? ¿En otras asignaturas?.....

.....

4. ¿Te parece útil el uso de la realidad virtual?

Nada Poco Normal Bastante Mucho

¿Podría usarse en el instituto? ¿En otras asignaturas?.....

.....

5. ¿Te parece útil el uso de la realidad aumentada?

Nada Poco Normal Bastante Mucho

¿Podría usarse en el instituto? ¿En otras asignaturas?.....

.....

.....

Figura G. 2. Encuesta final de RA.

Anexo H. Encuesta final, usada en las sesiones de Realidad Virtual

Dispositivos móviles, hologramas, realidad virtual y realidad aumentada	
Encuesta final	
DATOS GENERALES	
1. Sexo:	Hombre <input type="checkbox"/> Mujer <input type="checkbox"/>
2. Edad:
3. Curso que estudias:
USO del SMARTPHONE EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE	
4. Ahora que has empleado el móvil para esta actividad, ¿te parece más atractiva la clase?	Nada <input type="checkbox"/> Apenas <input type="checkbox"/> Igual <input type="checkbox"/> Bastante <input type="checkbox"/> Mucho <input type="checkbox"/>
¿Por qué?
5. ¿Ves más fácilmente la diferencia entre las diferentes tecnologías multimedia futuristas (en la sesión anterior vimos realidad aumentada y ahora hemos visto realidad virtual)?	Nada <input type="checkbox"/> Poco <input type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Bastante <input type="checkbox"/> Mucho <input type="checkbox"/>
Si respondiste que no, ¿Podrías escribir tus dudas?
6. ¿Algún profesor te ha hablado de la realidad virtual, además de en esta asignatura?
7. ¿Te parece útil el uso de la realidad virtual en la educación?	Nada <input type="checkbox"/> Poco <input type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Bastante <input type="checkbox"/> Mucho <input type="checkbox"/>
¿Podrías darme ejemplos?
1/2	

Figura H. 1. Encuesta final de RV (primera página).

8. ¿Te gustaría tener actividades como esta en el instituto para estudiar otras asignaturas?

Si No

¿Por qué?

.....

.....

9. ¿Se te ocurre alguna otra aplicación de la realidad virtual a nivel profesional?

Nada Poco Normal Bastante Mucho

¿Cual?.....

.....

.....

10. ¿Te has mareado usando las gafas de realidad virtual?

Nada Poco Normal Bastante Mucho

11. ¿Crees que merece la pena la inversión económica (7 euros gafas cartón, 15 gafas Shinecon) frente a las posibilidades de esta tecnología?

Nada Poco Normal Bastante Mucho

12. ¿Qué añadirías a esta tecnología para hacerla más completa?

.....

.....

.....

13. ¿Te gustaría trabajar con estas 2 tecnologías (realidad aumentada y realidad virtual) en el futuro?

Nada Poco Normal Bastante Mucho

2/2

Figura H. 2. Encuesta final de RV (segunda página).