



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Dpto. de Lingüística Aplicada

La realidad aumentada como recurso educativo para el
aprendizaje del español como lengua extranjera.

Trabajo Fin de Máster

Máster Universitario en Lenguas y Tecnología

AUTOR/A: Zhang , Zhe

Tutor/a: Romero Forteza, Francesca

CURSO ACADÉMICO: 2021/2022



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



MÁSTER EN LENGUAS Y TECNOLOGÍA

Curso Académico: 2021/2022

TÍTULO TRABAJO FIN DE MÁSTER:

LA REALIDAD AUMENTADA COMO RECURSO EDUCATIVO PARA EL APRENDIZAJE DE LENGUAS. PROPUESTA DE RECURSOS DE REALIDAD AUMENTADA PARA EL APRENDIZAJE DE LENGUAS EXTRANJERAS

AUTOR: ZHE ZHANG

Declaro que he redactado el Trabajo de Fin de Máster “LA REALIDAD AUMENTADA COMO RECURSO EDUCATIVO PARA EL APRENDIZAJE DE LENGUAS. PROPUESTA DE RECURSOS DE REALIDAD AUMENTADA PARA EL APRENDIZAJE DE LENGUA EXTRANJERAS” para obtener el título de Máster en Lenguas y Tecnología en el curso académico 2021-2022 de forma autónoma, y con la ayuda de las fuentes consultadas y citadas en la bibliografía (libros, artículos, tesis, etc.). Además, declaro que he indicado claramente la procedencia de todas las partes tomadas de las fuentes mencionadas.

Firmado: ZHE ZHANG

DIRIGIDO POR: FRANCESCA ROMERO FORTEZA

Resumen

El presente trabajo final de máster investiga sobre las posibilidades de la realidad aumentada para el aprendizaje de lenguas extranjeras. En primer lugar, definimos el concepto de realidad aumentada, en qué consiste, su evolución y su estado actual. Además, revisamos cuáles son los principales recursos de realidad aumentada que existen actualmente y que pueden servir para el aprendizaje de lenguas. Así mismo, haremos una serie de propuestas didácticas basadas en el uso de herramientas de realidad aumentada para el aprendizaje de lenguas extranjeras. Se tratará de propuestas que servirán tanto desde el punto de vista del docente como para el discente.

Palabras clave: Educación; Estilos de aprendizaje; Realidad aumentada; Multimedia; Enseñanza-aprendizaje de lenguas extranjeras.

Abstract

This master's thesis investigates the possibilities of augmented reality for foreign language learning. First of all, we define the concept of augmented reality, in what it consists, its evolution and its current state. In addition, we review the main augmented reality resources that currently exist and that can be used for language learning. We will also make a series of didactic proposals based on the use of augmented reality tools for learning foreign languages. These proposals will be useful from the point of view of both the teacher and the learner.

Keywords: Education; Learning styles; Augmented reality; Multimedia; Teaching-Learning of foreign languages.

Resum

Aquest treball final de màster investiga les possibilitats de la realitat augmentada per a l'aprenentatge de llengües estrangeres. En primer lloc, definim el concepte de realitat augmentada, en què consisteix, la seua evolució i l'estat actual. A més, revisem quins són els principals recursos de realitat augmentada que hi ha actualment i que poden servir per a l'aprenentatge de llengües. Així mateix, farem una sèrie de propostes didàctiques basades en l'ús d'eines de realitat augmentada per a l'aprenentatge de llengües estrangeres. Es tractarà de propostes que serviran tant des del punt de vista del docent com per al discent.

Paraules clau: Educació; Estils d'aprenentatge; Realitat augmentada; Multimèdia; Ensenyament-aprenentatge de llengües estrangeres

Agradecimientos

Le agradezco a la Dra. Francesca Romero Forteza la dirección de este trabajo y la revisión de los contenidos de esta investigación. También por creer en mí, por brindarme la oportunidad de desarrollar este TFM, ayudarme y guiarme en el transcurso. Muchas gracias.

Índice

1. INTRODUCCIÓN.....	12
2. MARCO TEÓRICO.....	19
2.1. Definición de realidad aumentada.....	19
2.2. Evolución de la realidad aumentada	22
2.3. La producción científica sobre la realidad aumentada	23
2.4. El desarrollo de la realidad aumentada	31
2.5. La realidad aumentada en la educación.....	41
2.5.1. Ventajas del uso de la realidad aumentada en la educación	42
2.5.2. Dificultades del uso de realidad aumentada en la educación	48
3. METODOLOGÍA	52
4.DISEÑO Y CREACIÓN DE PROPUESTAS DIDÁCTICAS BASADAS EN HERRAMIENTAS DE RA PARA EL APRENDIZAJE DE LENGUAS EXTRANJERAS.....	55
4.1. AR Flashcards.....	55
4.2. Quiver.....	58
4.3. Magic Book.....	61
4.4. JigSpace	65
5. CONCLUSIONES.....	99
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	101

Lista de abreviaturas

ELE	Español como lengua extranjera
HMD	<i>Head Mounted Displays</i>
IOT	<i>Internet of Things</i>
POI	Puntos de interés
QR	<i>Quick Response</i>
RA	Realidad aumentada
RV	Realidad Virtual
TIC	Tecnologías de la Información y Comunicación
VA	Visión aumentada

Índice de Gráficos

Gráfico 1	Número de publicaciones por año.....	24
Gráfico 2	Proporción de publicaciones por tipo de acceso.....	24
Gráfico 3	Porcentaje de tipos de documentos	25
Gráfico 4	Porcentaje de documentos por idiomas.....	25
Gráfico 5	Porcentaje de documentos por países.....	26
Gráfico 6	Evolución de investigaciones en los últimos diez años	26
Gráfico 7	Porcentaje de documentos por universidades españolas.....	27
Gráfico 8	Número de publicaciones en las revistas más significativas	28
Gráfico 9	Número de publicaciones en los programas más significativos.....	28
Gráfico 10	Porcentaje de documentos por área	29
Gráfico 11	La utilidad de la RA en el desarrollo educativo	38
Gráfico 12	La actitud respecto al uso de la RA con la docencia	39
Gráfico 13	Cuándo se popularizará la RA	39

Índice de Tabla

Tabla 1	Obstáculos para la incorporación de la RA en la formación universitarios.....	49
---------	---	----

Índice de Imágenes

Imagen 1	Diagrama conceptual de un sistema de realidad aumentada	19
Imagen 2	Esquema conceptual de un sistema de realidad aumentada	21
Imagen 3	Búsqueda en Semantic Scholar	23
Imagen 4	Modelo del ejemplo de RA	31
Imagen 5	Código barras y código QR	32
Imagen 6	Ejemplo de modelo 3D asociado a un marcador.	32
Imagen 7	Ejemplo de RA <i>markerless</i> geoposicionada.	33
Imagen 8	Gafas de la RA.	34
Imagen 9	Lentillas de alta tecnología para su uso como <i>displays</i> .	35
Imagen 10	AR Flashcards	54
Imagen 11	Tarjetas de letras de AR Flashcards	55
Imagen 12	Tarjetas de AR Flashcards Space	56
Imagen 13	Tarjetas de AR Flashcards Colors	56
Imagen 14	Modelo de Quiver	57
Imagen 15	Papel y animación 3D de Quiver	58
Imagen 16	Tarjetas de imágenes con preguntas	59
Imagen 17	Campos de QuiverVision	59
Imagen 18	Diagrama de Magic Book	60
Imagen 19	Esquema de Magic Book	61
Imagen 20	Modelo de Magic Book	62
Imagen 21	Edición de enseñanza primaria de Magic Book	62
Imagen 22	Edición de enseñanza superior de Magic Book	63
Imagen 23	Campos de Magic Book	64
Imagen 24	<i>Explore</i> de JigSpace	66
Imagen 25	<i>Create</i> de JigSpace	67
Imagen 26	<i>Community</i> de JigSpace	67
Imagen 27	<i>View in AR</i>	68
Imagen 28	Marco de opción	69

Imagen 29	Animación 3D	70
Imagen 30	Texto explicativo	71
Imagen 31	Botones de JigSpace	72
Imagen 32	Grabación de audio y vídeo	73
Imagen 33	Botón de compartirlo	74
Imagen 34	Modelo de <i>Coral Reef</i>	74
Imagen 35	Texto narrativo	75
Imagen 36	Texto de evento importante	76
Imagen 37	Modelo de <i>D-Day Landing</i>	77
Imagen 38	Texto leído	78
Imagen 39	Modelo de Coronavirus	79
Imagen 40	Glosario médico	80
Imagen 41	Texto explicativo	81
Imagen 42	Grabación de audio y vídeo	82
Imagen 43	Create a new <i>Jig</i>	83
Imagen 44	Plataforma virtual	83
Imagen 45	Elementos	84
Imagen 46	Plataforma visual	84
Imagen 47	Importación de texto y audio	85
Imagen 48	<i>Save and Start</i>	85
Imagen 49	Globo terráqueo	86
Imagen 50	Dinámico mapa tridimensional del mundo	87
Imagen 51	Grabación de audio	87
Imagen 52	Interfaz de JigSpace	89
Imagen 53	Modelo y texto explicativo	89
Imagen 54	Maqueta de casa	92
Imagen 55	Los modelos animados del salón y el cuarto de baño	93
Imagen 56	Animación del cohete	95
Imagen 57	Modelos de cuerpos celestes	96

Imagen 58 Modelo y texto explicativo96

1. INTRODUCCIÓN

La realidad aumentada (RA) es una tecnología que integra ingeniosamente información virtual con el mundo real. Diferente de la realidad virtual (RV), la realidad aumentada es la superposición de los datos informáticos al mundo real (Vallejo y González, 2012).

Como veremos, con el desarrollo continuo de esta tecnología y los desafíos que plantea la epidemia del COVID-19 a la enseñanza tradicional, la realidad aumentada puede penetrar gradualmente en el campo de visión del público y, poco a poco, está penetrando en la educación. Es por esta razón que este trabajo analiza, principalmente, las ventajas y los inconvenientes de la utilización de la RA para enseñanza y el aprendizaje. Además, revisaremos cómo aplicamos esta tecnología, relativamente nueva, a la enseñanza de lenguas, concretamente al aprendizaje de lenguas extranjeras.

Por una parte, en el proceso de enseñanza los docentes deben transmitir conocimientos y responder las dudas que los estudiantes planteen, debido a la buena combinación de lo virtual y lo real la RA puede convertirse en un recurso muy útil. Por otra parte, a través de esta tecnología, los estudiantes pueden lograr un verdadero aprendizaje inmersivo al mejorar la eficiencia y la calidad del aprendizaje.

En la China actual, con la idea de la cooperación económica y la diversidad cultural, se ha promovido el aprendizaje de lenguas extranjeras en todo el país, especialmente el inglés, el ruso y el español. Hace unos años, el español se enseñaba en casi todas las universidades de lenguas extranjeras de China. Entre los años 2013 y 2017, en la Universidad de Linyi, el número de alumnos y grupos que estudiaban español casi se duplicaba cada año, y constantemente se incorporaban nuevos profesores al equipo de docentes extranjeros. En los

últimos años, a partir de 2018, los institutos de muchas provincias también han empezado a incorporar el español como asignatura, por ejemplo, en la provincia de Shandong, donde la asignatura se imparte en 16 grandes ciudades. Además, los estudiantes también están expuestos al español a una edad más temprana, lo que puede ser muy útil cuando se aprende una segunda lengua.

Como resultado de la política del Ministerio de Educación de la República Popular China, el español es ahora una asignatura obligatoria en las escuelas secundarias de Pekín, Shanghái, la provincia de Guangdong, la de Jiangsu y la de Shandong, entre otras. Así mismo, se incluye en los exámenes de ingreso a la universidad. Los estudiantes son capaces de obtener una comprensión más amplia de los aspectos socioeconómicos, históricos y culturales de los países de habla hispana. Además, como es sabido, resulta más fácil aprender un idioma cuando las personas son menores, como nuestra propia lengua materna. Por lo tanto, esto en sí mismo es una ventaja para aprender español, y el hecho de que muchas escuelas empleen a hablantes nativos para enseñar y comunicarse en español durante las clases crea un buen ambiente lingüístico (Ministerio de Educación de China, 2020).

En cuanto al proceso de enseñanza del español como lengua extranjera (ELE) en China, los métodos de enseñanza que se utilizan hoy en día, de forma más o menos generalizada en la mayoría de escuelas, corresponden a un enfoque relativamente tradicional. La enseñanza se lleva a cabo a través de libros de texto, se realizan las prácticas de las unidades temáticas de los mismos y se complementan con el uso de presentaciones de diapositivas, la audición de archivos de sonido y el visionado de vídeos. Además, se realizan algunas prácticas a través del ordenador. Sin embargo, debido al creciente uso de las tecnologías de realidad virtual (RV) y RA en los últimos años, se ha comprobado que estas nuevas tecnologías pueden ser muy útiles para el aprendizaje de idiomas, ya que la inmersión puede proporcionar a los estudiantes un mejor

entorno y un contexto lingüístico más próximo al real y altamente motivador (Cai y otros, 2017).

La difusión de la enseñanza del español en China comenzó en 1952, cuando la Universidad de Estudios Extranjeros de Pekín (BFSU) tomó la delantera en la enseñanza del español y en 1962 publicó el primer libro de texto sistemático para la enseñanza del español, marcando así el inicio de la enseñanza del español con una propuesta didáctica concreta. Desde entonces, siete universidades, entre ellas la Universidad de Estudios Extranjeros de Pekín, la Universidad de Economía y Negocios Internacionales de Pekín y la Universidad de Estudios Extranjeros de Shanghái, han ofrecido cursos de español. Hoy en día, la enseñanza del español existe en tres formas principales: en primer lugar, la enseñanza académica a tiempo completo (licenciatura, máster y doctorado) concentrada en instituciones de educación superior, independientes y de grado. En segundo lugar, la enseñanza no académica en instituciones de lengua española como el Instituto Cervantes e instituciones privadas de formación en China. Y en tercer lugar, las clases de interés en español en el nivel de educación secundaria en algunas ciudades. El número de recién licenciados en español ha pasado de 500 en 1999 a cientos de miles en la actualidad (Lin, 2015).

La utilización de la tecnología consigue que el enfoque educativo sea más flexible, dentro y fuera del aula. La tecnología supone un complemento de la interacción docente, además aporta más recursos y que permiten acabar con muchas de las limitaciones que implica la enseñanza tradicional.

Pero hoy en día, existen más libros de texto para la enseñanza del español. Los principales manuales que se utilizan en las universidades son *Español Moderno*,

*Nuevo Sueña y ¿Sabes?*¹ Además, las instalaciones docentes están bien equipadas, las aulas son en su mayoría multimedia, los métodos de enseñanza son flexibles y los profesores pueden llevar a cabo sus prácticas educativas en la mayoría de los casos. A su vez, el uso de la tecnología de RA durante las clases de fonética es de gran ayuda para mejorar las habilidades lingüísticas de los estudiantes.

Una muestra de la relevancia de la RA como recurso educativo en el panorama actual es la gran cantidad de investigación que versa sobre la misma. Para realizar esta investigación se ha revisado gran parte de esta, como iremos explicando a lo largo del trabajo. Así, hemos podido conocer los orígenes, su evolución y su desarrollo. Esta revisión de la literatura nos ha permitido diseñar y crear una serie de modelos pedagógicos para el aprendizaje de ELE utilizando diversas plataformas de RA, como veremos.

Se sabe que la realidad aumentada surgió en la comunidad científica a comienzos de la década de 1990, la técnica se basaba en: a) ordenadores de proceso expreso, b) en la tecnología de regeneración de imágenes de tiempo real y c) en sistemas portátiles de localización de gran exactitud, que permitían la aplicación de imágenes producidas por ordenador basadas en la mirada del usuario sobre el mundo real. Dentro de muchas aplicaciones comerciales y urbanas se dispone de cuantiosa información relativa a los objetos del espacio exterior, y la RA se utiliza como método para unir y combinar esta información con los objetos del espacio exterior (Basogain y otros, 2007).

El desarrollo de esta tecnología ha pasado, a grandes rasgos, por varias etapas: en una primera etapa se basó en la utilización del Código Wiki y del código QR, después se pasó a la incorporación del Modelo 3D asociado a un marcador y,

¹ Ding, W. L., de Prada Segovia, M., de Juan Ballester, C. R., Frías, S. C. y Lorenzo, D. J. S. (2011). *¿Sabes?* (p.64). S.A. SGEL. SOCIEDAD GENERAL ESPAÑOLA DE LIBRERIA.

finalmente, a la visión aumentada (gafas de RA y lentillas de alta tecnología para su uso como *displays*), como explicaremos.

Por todo ello, en este trabajo planteamos los siguientes objetivos de investigación:

- Explicar el alcance conceptual del término realidad aumentada (RA). Detallar en qué consiste y cuál ha sido su evolución
- Conocer los beneficios y las ventajas de combinar la tecnología de RA con la educación y la enseñanza para los docentes, los estudiantes y los centros educativos. Y, por el contrario, saber si existen inconvenientes.
- Averiguar los recursos existentes de RA para la enseñanza/aprendizaje de lenguas y, más concretamente, para el aprendizaje de lenguas extranjeras.
- Establecer pautas didácticas para utilizar la tecnología basada en la RA con el fin de aprovechar sus beneficios pedagógicos.
- Proponer actividades de aprendizaje basadas en la RA para el aprendizaje del español como lengua extranjera.

Para alcanzar los objetivos propuestos hemos investigado exactamente en qué consiste la realidad aumentada, sus orígenes, su evolución y su desarrollo. Se ha comprobado que el uso de la RA en la formación consigue que los estudiantes aumenten su rendimiento académico, promueve las interacciones alumno-profesor y alumno-alumno; incrementa la motivación y la satisfacción de los estudiantes con la formación en general y con el *e-learning* en particular. Respecto a los docentes la investigación ha comprobado que promueve las relaciones con los estudiantes en acciones formativas colaborativas; facilita la planificación educativa y propicia la implementación de acciones pedagógicas constructivistas, entre otras ventajas (Cabero-Almenara y Díaz, 2018). La utilización de la RA en educación aumenta la eficiencia y la atracción por la enseñanza. Asimismo, la adquisición de conocimientos se ve reforzada por la

combinación de contenidos educativos y de realidad aumentada. Al impartir cualquier curso práctico que requiera el uso de ordenadores, la demostración adecuada es la clave del éxito, como afirman Morales y otros (2016).

A continuación, para seguir con la consecución de los objetivos planteados, se utilizaron las herramientas JigSpace, Quiver, ARcard y Magic Book para investigar cómo la tecnología emergente de la RA puede aplicarse de forma más natural a la enseñanza y el aprendizaje de lenguas extranjeras. Concretamente se han creado actividades de aprendizaje para una lengua extranjera. En este caso nos hemos basado en el inglés, pero es absolutamente extrapolable a cualquier otra lengua, como el español. Las actividades persiguen mejorar las habilidades de la comprensión y la expresión oral y escrita de los estudiantes dentro y fuera del aula, tal como se verá más adelante.

El interés por este tema de investigación surge de una motivación personal. He visitado en diversas ocasiones edificios emblemáticos de Gaudí, como la Casa Milano y la Casa Batlló, y cada vez que los visito, me gusta llevar un intérprete, al principio en chino y luego en español. En definitiva, soy un gran amante de la cultura y el arte, y tiendo a asimilar los edificios con mayor rapidez y profundidad en un entorno que me interesa mucho. Y si queremos ver la Casa Milano y la Casa Batlló sin salir de casa, también podemos utilizar recursos en internet que hacen uso de la RA y la RV. Las escenas son muy realistas y llamativas y facilitan la interacción entre los visitantes y los objetos culturales de forma atractiva y didáctica. Así pues, se observa que el espacio de los museos y los centros de interpretación difunden el arte y la cultura más allá de la lengua, y también desempeñan un papel importante en el propio aprendizaje del idioma.

Torres (2011) cree que la combinación de las nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) y la tecnología tradicional de los museos está contribuyendo actualmente al desarrollo del sector educativo. La nueva

tecnología museística, en forma de tecnología de RA y RV, se utiliza actualmente en numerosos museos y atracciones turísticas en España, y es una forma estupenda de estimular el interés por el aprendizaje y de difundir el conocimiento de la cultura y la historia, que también es conveniente para que los estudiantes de idiomas comprendan su origen cultural. Creemos que esta tecnología puede (y debe) extenderse a la educación y que, además, supondrá un avance significativo.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 . Definición de realidad aumentada

La realidad aumentada (RA) es un concepto utilizado para describir el entorno físico del mundo real observado directamente o indirectamente a través de aparatos técnicos cuyos componentes se combinan con los virtuales para crear una realidad mixta que se reproduce durante el tiempo real. Requiere en una serie de aparatos tecnológicos que agregan informaciones virtuales a las físicas preexistentes, lo que significa que sintetizan una parte de las virtuales en las reales. Esa es la distinción esencial que existe con la realidad virtual (RV a partir de ahora), puesto que no reemplaza la realidad material, sino que superpone elementos informáticos al mundo natural (Vallejo y González, 2012).

Mediante la utilización de la tecnología, en particular, a través de la visión por ordenador y el análisis de objetivos, la información sobre el mundo natural que rodea al usuario se hace interactiva y digital. La información artificial sobre el entorno y los objetivos pueden almacenarse y recuperarse como una parte de información sobre la vista del mundo real.

La investigación sobre el uso de la RA analiza la utilización de la generación de imágenes por ordenador a tiempo real en secciones de vídeos como forma de aumentar el mundo respecto a la realidad. Las investigaciones aluden a la utilización de una pantalla colocada en la cabeza, una pantalla virtual que se sitúa en el ángulo de recepción de la retina a fin de potenciar el proceso de visualización, así como la elaboración de entornos controlados con sensores y actuadores.

Asimismo, la RA es una técnica que sirve para construir ambientes de educación mixta en los que se conjugan aspectos visuales y materiales. Estos objetivos virtuales en tres dimensiones (3D) se integran en el entorno real con el fin de completarlo, perfeccionarlo, mejorarlo, fortalecerlo y agrandarlo con el propósito de incrementar las probabilidades de aprendizaje (Martínez y otros, 2017). Dentro de la misma línea, Azuma (1997:356) la considera una técnica que mezcla componentes físicos y virtuales a fin de realizar escenas interactivas, grabadas al mismo tiempo y en 3D.

La tecnología actual ha logrado un gran progreso debido a los esfuerzos continuos de los equipos distribuidos en varios países del mundo. Debido a que la RA se usa en una amplia gama de ámbitos y finalidades, involucra a múltiples disciplinas y campos, por lo que un equipo de desarrollo de RA necesita numerosos especialistas de varios campos. Por ejemplo, se requiere de especialistas para estas actuaciones: se deben realizar análisis detallados sobre aspectos como el procesamiento de la señal, la localización del usuario, la visión por ordenador, la visión de conjunto de informaciones, el renderizado de gráficos, la generación de imágenes virtuales, el cálculo distribuido, la estructuración de la información, etc. En la Imagen 1 se ilustran algunos ejemplos de aplicación de RA a la vida real donde se aprecia el resultado final después de un proceso de análisis y desarrollo de aplicaciones concretas.

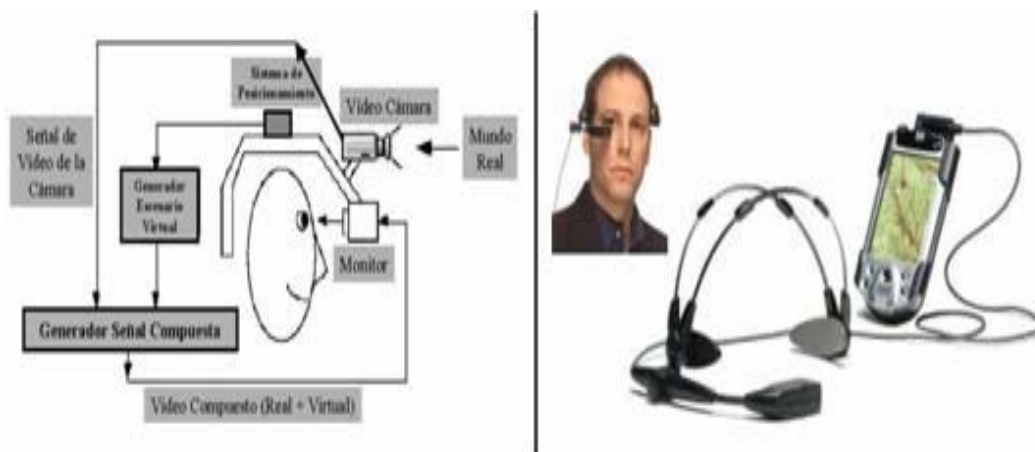


Imagen 1. Diagrama conceptual de un sistema de realidad aumentada

(Fuente: <https://images.app.goo.gl/DUjdhAUMpW6evTBX8>)

La imagen 1, en la parte izquierda, presenta un esquema conceptual de un sistema de RA. La cámara capta imágenes del entorno físico, el sistema de localización identifica la ubicación y dirección del usuario en un momento dado y utiliza estos datos para generar una escena virtual que se combina con la señal de vídeo captada por la cámara con el fin de producir una escena mejorada. Esta secuencia, formada por elementos físicos y virtuales, es presentada al usuario por medio de un aparato de visualización.

En la parte derecha de la Imagen 1 aparece el sistema de realidad aumentada que se basa en un dispositivo celular, un organizador personal tipo PDA (*Personal Digital Assistant*) y un visualizador de fotos portátiles. Este aspecto, que afecta a los aplicativos de RA, se debe al hecho de que se tiende a crear ambientes que requieren la movilidad del usuario. Estas herramientas, que se basan en el cálculo móvil, deben ser accesibles sin importar la ubicación o el momento. Este enfoque de la RA móvil necesita el apoyo del diseño y el despliegue de nuevas técnicas, nuevas estructuras y nuevos dispositivos móviles (Basogain y otros, 2007).

La Imagen 2, por su parte, muestra otro escenario conceptual del sistema de realidad aumentada. La cámara capta los datos que proporciona el entorno físico. El sistema de rastreo determina el posicionamiento y la dirección del usuario en cualquier momento. Estos datos se utilizan a fin de crear una imagen virtual, que puede combinarse con la señal de la cámara de vídeo para generar una visión mejorada de la escena. Este escenario, constituido por elementos físicos y virtuales, aparece ante el usuario a través de una pantalla (Pedro y Méndez, 2012).

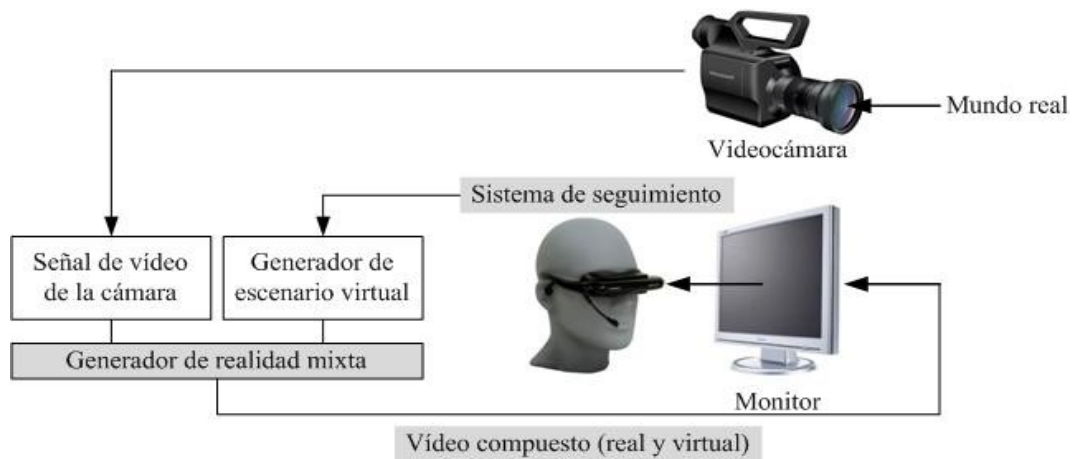


Imagen 2. Esquema conceptual de un sistema de realidad aumentada
(Fuente: <https://images.app.goo.gl/AXkTJQ1C64oAD13b8>)

Como en la realidad virtual, aquí también se usan *HMD (Head Mounted Displays)*, es decir, dispositivos de visualización parecidos a un casco, que permiten reproducir las imágenes creadas por ordenador sobre una pantalla muy próxima a los ojos o directamente sobre la retina (véase la Imagen 2).

Azuma (1997), por su parte, la describe como una técnica que provoca una creación de escenas en 3D que muestran algún tipo de interactividad. Del mismo modo, Liarokapis y otros (2004) afirman que el propósito de la RA es aumentar las percepciones del usuario con respecto a lo que ocurre en el entorno físico. Por este motivo, se utiliza una mezcla de diferentes técnicas. En esta misma dirección, Tapia (2008) agrega una característica, la realidad aumentada procesa los datos a tiempo real, adaptando el escenario a la perspectiva del usuario. Del mismo modo, Lorenzo-Lledó y Lorenzo (2019) señalan que la realidad aumentada crea la probabilidad de que los usuarios accedan a ciertos sucesos que no podrían observarse de manera natural.

2.2. Evolución de la realidad aumentada

La RA surgió para la formación de los pilotos de las compañías aéreas comerciales y de la marina estadounidense en la década de 1990 (Caudell y

Mizell, 1992). De esta forma, el/la piloto percibía unas secuencias de dibujos simulados que respaldaban la información recibida en la realidad (Milgram, Takemura y Kishino, 1995).

En la sociedad actual, en numerosos países desarrollados y otros en vías de desarrollo, la tecnología de RA se infiltra constantemente en diversos ámbitos como la geografía, la historia, la arqueología, la aeronáutica, la arquitectura, etc. Asimismo, en los últimos años, la RA también ha avanzado rápidamente en el campo de la educación. Por un lado, la tecnología de la RA puede permitir a los estudiantes comprender y aprender nuevos conocimientos de manera más intuitiva, mejorando en gran medida su eficiencia. Además, el uso de nuevas tecnologías también puede suscitar la curiosidad entre los estudiantes, así como estimularlos a explorar lo desconocido.

En 2020, la epidemia provocada por la *Covid-19* ha contribuido a la extensión de la tecnología en muchas partes del mundo ya que las personas tuvimos que permanecer en nuestros hogares y millones de estudiantes tuvieron que recibir formación a través de medios informáticos. Cabe decir que esto brinda nuevas oportunidades para que la tecnología de la RA se utilice en la educación. Los profesores pueden utilizar las nuevas herramientas para planificar sus clases con mayor facilidad y los estudiantes pueden utilizar la tecnología a fin de acceder a la información de manera oportuna y precisa, facilitando así su aprendizaje (Cai y otros, 2017).

2.3. La producción científica sobre la realidad aumentada

Con el fin de demostrar la relevancia de nuestro tema de investigación hemos analizado la producción científica sobre las aplicaciones de la RA en el ámbito

de educación. Para ello, se realizaron diversas búsquedas en Semantic Scholar², el motor de búsqueda que se basa en inteligencia artificial y está dedicado a trabajar con publicaciones científicas. La búsqueda que se llevó a cabo fue para el período comprendido entre 2010-2021 (véase la Imagen 3).

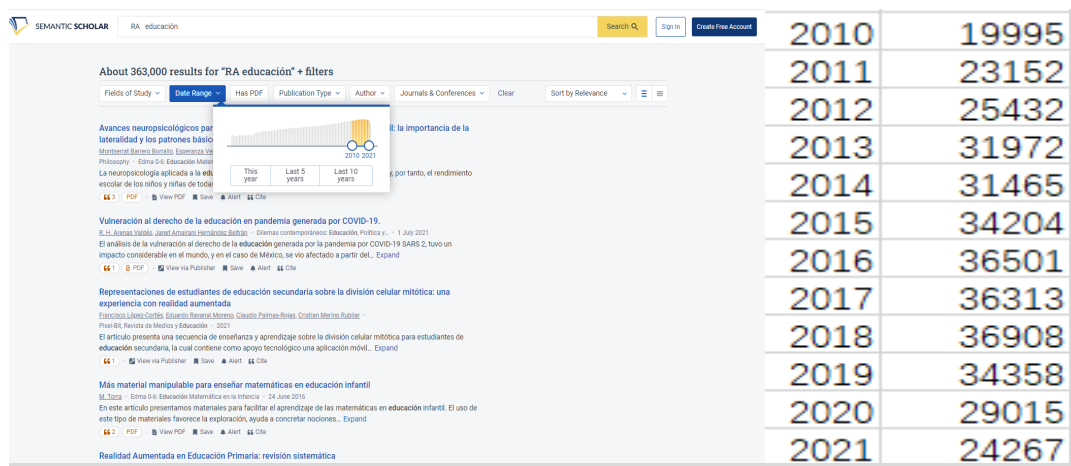


Imagen 3. Búsqueda en Semantic Scholar

Como se desprende de la Imagen 3, la producción científica que versa sobre la RA y la educación es muy extensa. Existen años en que se ha llegado a casi 37.000 artículos (2018). Respecto al número de artículos publicados que investigan sobre la RA y la enseñanza, en la franja temporal analizada, observamos que la tendencia general del número de artículos ha ido en aumento durante la última década (véase el Gráfico 1), aunque ha habido retrocesos en los últimos años (2019, 2020 y 2021) por diversos motivos. Como se desprende del gráfico, el año 2019 fue un 0,7% inferior a 2018, siendo la publicación más baja la de 2021 y la más alta la de 2018. Según los informes, los motivos por los que se han producido los retrocesos se deben a que los investigadores tuvieron mayores dificultades para la adquisición de datos, por ejemplo, la falta de objetos de aprendizaje para su incorporación a situaciones de enseñanza y la disociación cognitiva que produce el interaccionar en un contexto que mezcla lo real y lo

² Disponible en <https://www.semanticscholar.org/>

virtual (Cabero-Almenara y Díaz, 2018).

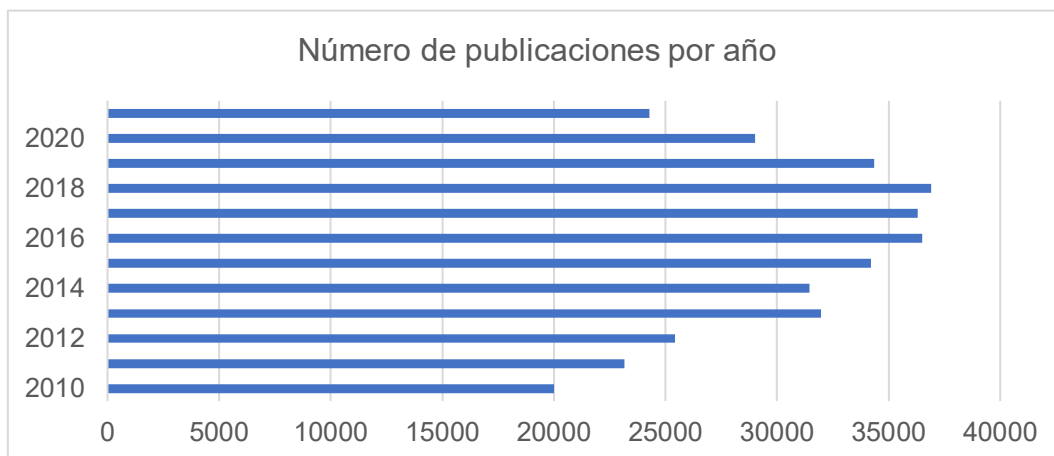


Gráfico 1. Número de publicaciones por año

El siguiente parámetro investigado ha sido el tipo de acceso a los artículos, es otra variable que afecta a la producción científica de cualquier materia. En el Gráfico 2 se observa que el acceso al tema de la investigación sigue siendo muy restringido, ya que sólo el 27% de los documentos está en formato abierto. En cambio, el 73% de los documentos está condicionado a algún tipo de pago o autorización. No cabe duda de que esto supone un obstáculo para el desarrollo de las tecnologías de RA en los diversos campos.

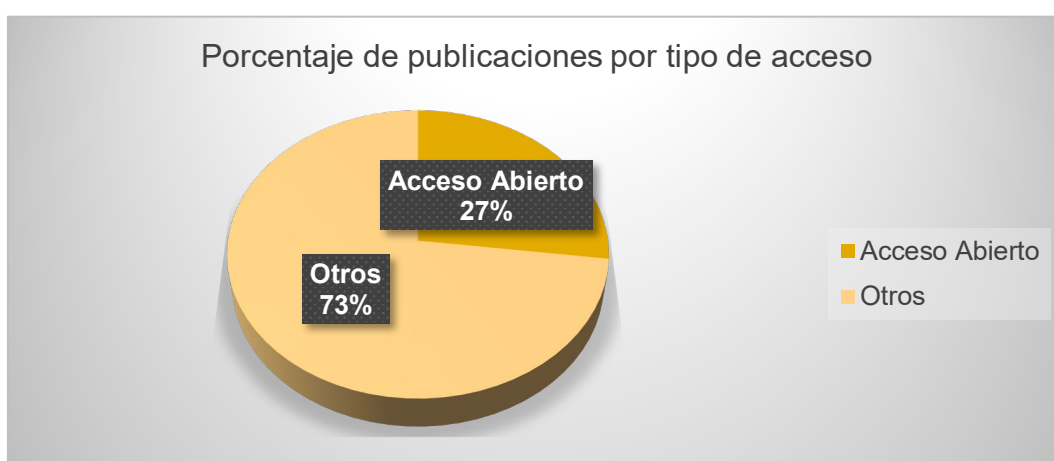


Gráfico 2. Proporción de publicaciones por tipo de acceso

La siguiente variable analizada fue el tipo de documento. Como se muestra en el Gráfico 3, la variedad es amplia, destacando inicialmente las reseñas (que ocupan el 60% de los documentos) y las revistas, que suponen el 26% del total. Las actas de congresos, por su parte, solo representan el 4% de la muestra.

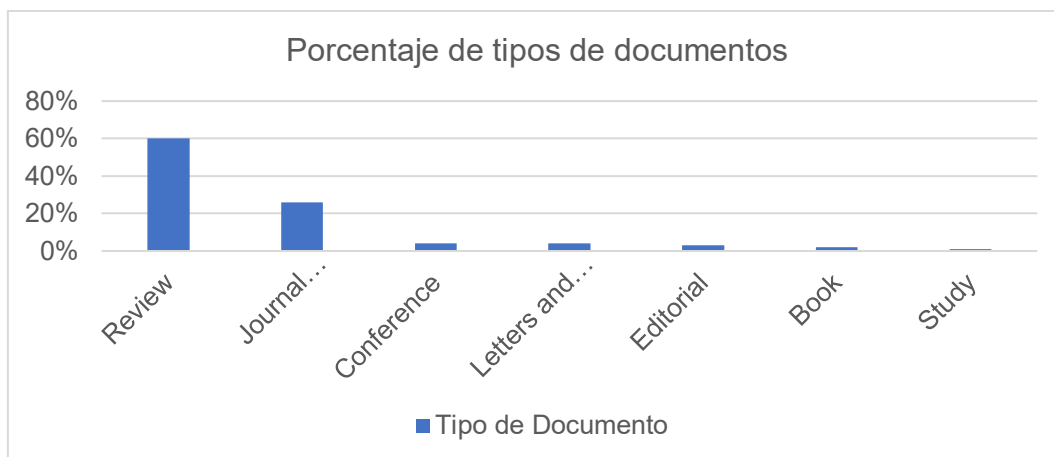


Gráfico 3. Porcentaje de tipos de documentos

La información del Gráfico 4 informa que el inglés es la lengua dominante en el área de la RA en la educación, con el 88% de las publicaciones. El español ocupa la posición segunda, con un 5,2% de los documentos publicados. Por último, el alemán es la tercera lengua más utilizada, con un 2,7%.

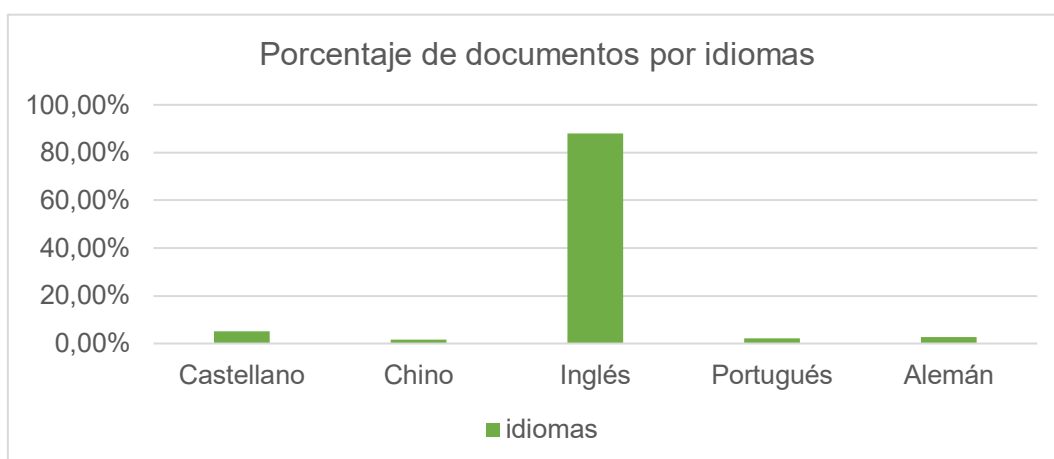


Gráfico 4. Porcentaje de documentos por idiomas

En cuanto a la procedencia de las investigaciones, el Gráfico 5 muestra que el mayor productor fue EE.UU. con 26.715 documentos (74% del total), seguido del Reino Unido con 35.881 documentos (10,3%) y el tercer productor fue Alemania con 3.053 documentos (8,5%).

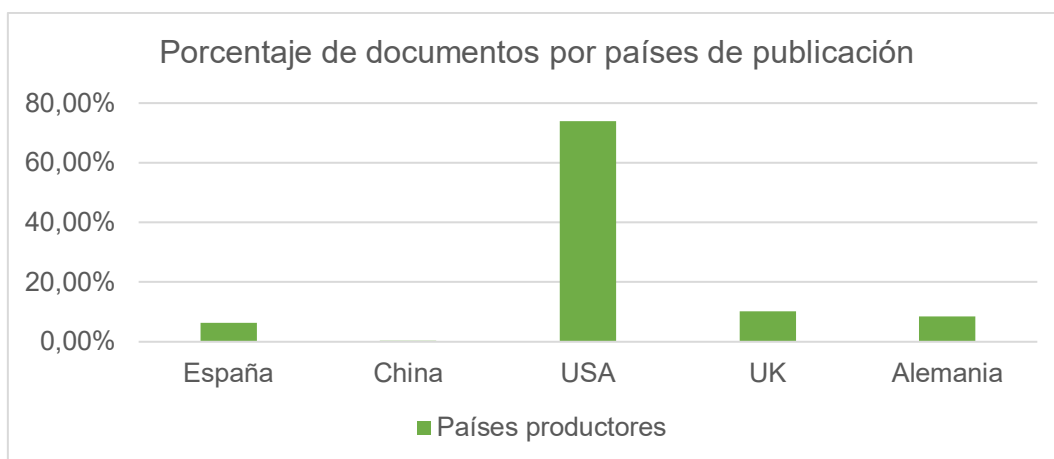


Gráfico 5. Porcentaje de documentos por países

Según nuestra investigación, sabemos que la RA ha crecido significativamente en la educación durante la última década, con 363.000 publicaciones dedicadas a la tecnología de RA. Ha habido dos grandes aumentos, de 2011 a 2014 en un 30% y de 2016 a 2018 en torno al 10%. Esto augura que la RA tiene un futuro muy brillante en el sector educativo.

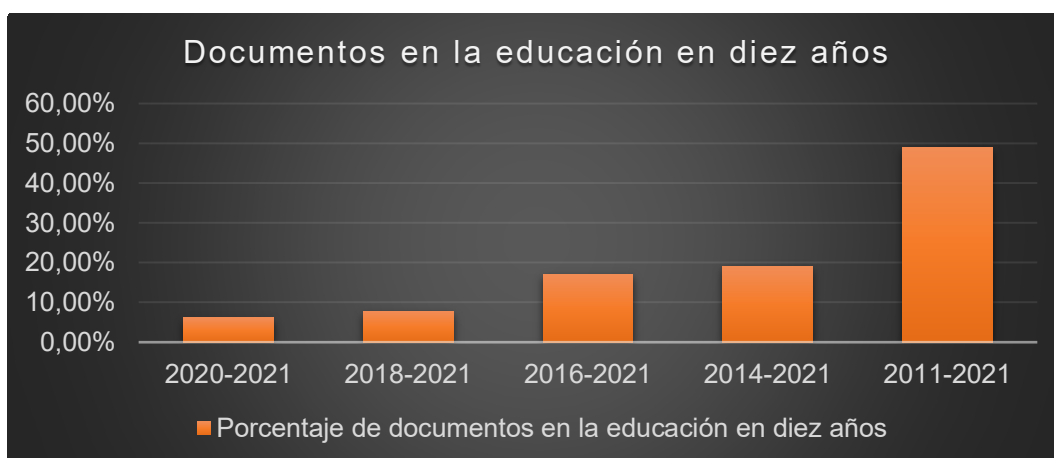


Gráfico 6. Evolución de investigaciones en los últimos diez años

El Gráfico 7 muestra los centros más productivos en este tema. En primer lugar, está la Universidad Carlos III de Madrid, con un 32% del total. En segundo lugar, está la Universitat Politècnica de València, con un 23% del total y en tercer lugar, está la Universidad Autónoma de Barcelona, con un 21% del total.

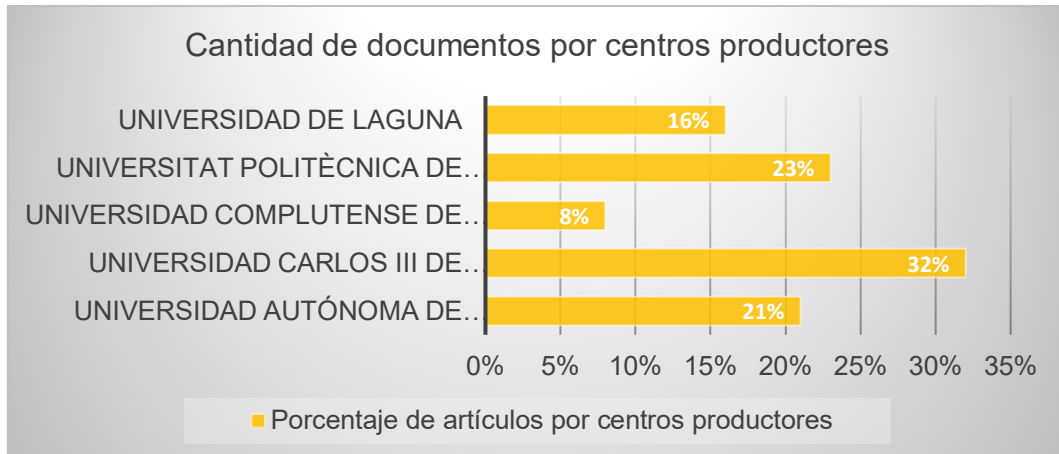


Gráfico 7. Porcentaje de documentos por universidades españolas

Por una parte, el Gráfico 8 indica cuáles son los artículos más significativos de las revistas, algunos de los cuales también están indizados en el Journal Citation Reports (JCR). La publicación más productiva, en el período analizado, es *Procedia CIRP*, que ha publicado 699 artículos, lo que supone el 1,1% de la carga de trabajo de la publicación. La siguiente revista más productiva es *Procedia Computer Science*, con 640 artículos publicados, es decir, el 1%. Por último, la revista *IFAC Proceedings Volumes* tiene 567 publicaciones (0,9%). La revista más prolífica, *Procedia CIRP*, también aparece en el JCR del Web Citation Index.

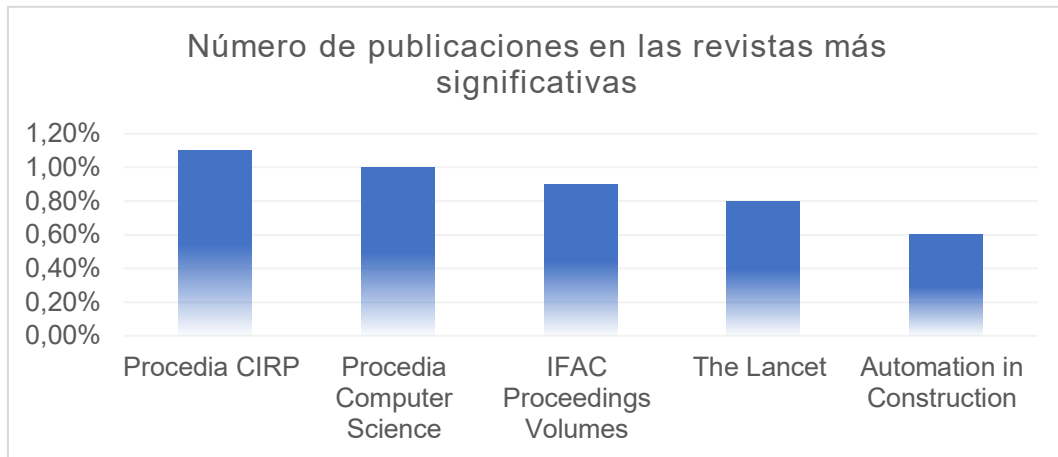


Gráfico 8. Número de publicaciones en las revistas más significativas

Por otra parte, el origen de las publicaciones es la otra variable importante analizada en este estudio. En el Gráfico 9 se aprecia que *Procedia Computer Science* cuenta con 24.200 documentos (35%), siguiéndole *ACM International Conference Proceeding Series*, con 21.300 documentos (30%) y, finalmente *Proceedings of SPIE* con 19.600 documentos (28%). Las Actas de la *SPIE* tienen 19.600 documentos (28%).

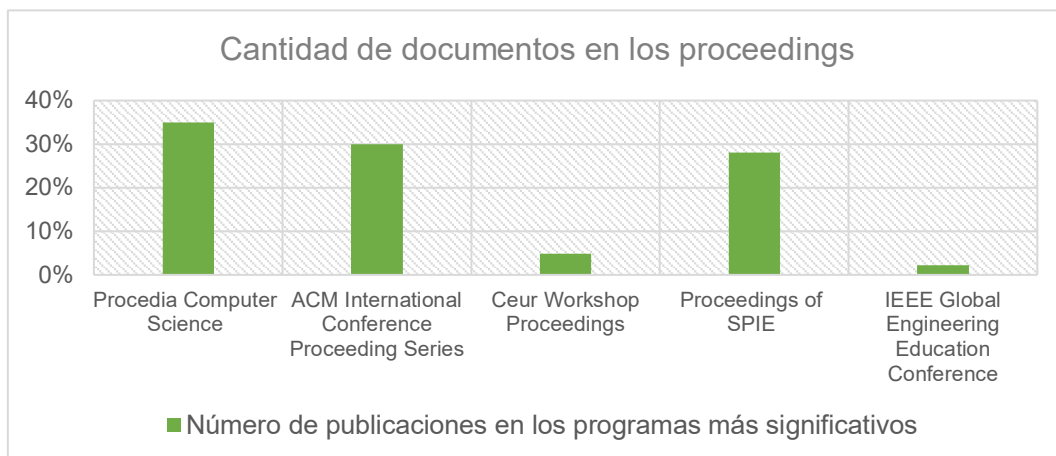


Gráfico 9. Número de publicaciones en los programas más significativos

Una parcela que también hemos analizado es la investigación sobre la tecnología de RA en diversas disciplinas universitarias. A partir de las categorías establecidas por Semantic Scholar, el Gráfico 10 muestra qué campos están investigando en el uso de la realidad aumentada. Debido a su carácter

puramente técnico, el campo de la informática generó el 38% de los trabajos publicados y el de medicina el 46%. Por su parte, el área de las ciencias sociales, incluida la educación, publicó el 35% de los documentos, y el ámbito de la ingeniería ocupó el 22% de los trabajos. Las ciencias políticas, por su parte, también han logrado un gran éxito en la última década, con un 37%.

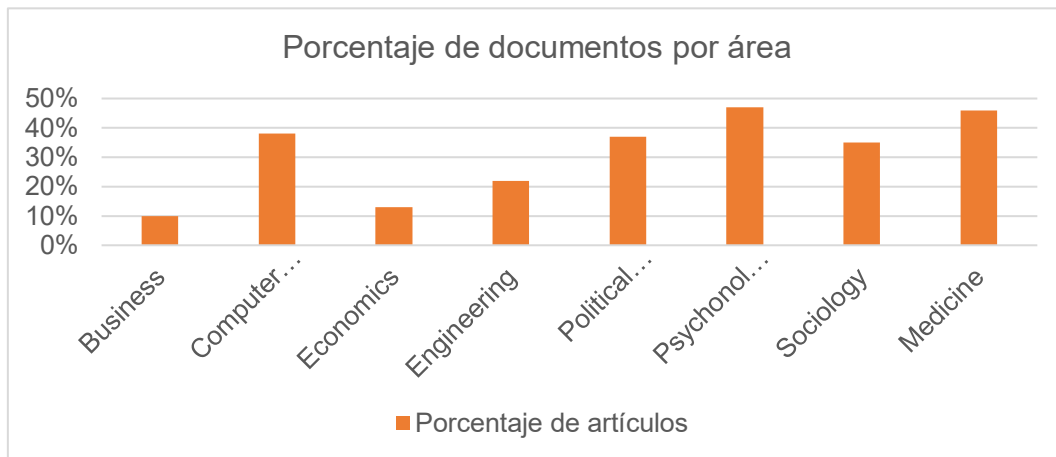


Gráfico 10. Porcentaje de documentos por área

La profusión de investigaciones encontradas en la última década, en las principales áreas de conocimiento, demuestran que el la RA suscita un gran interés en la comunidad científica. El número de artículos, libros y documentos publicados cada año ha ido aumentando en los últimos 10 años, y algunos años muestran un incremento significativo. Hay una gran variedad de material, como reseñas, artículos de revistas, conferencias, actas de congresos, libros, estudios, etc. Además, observamos que los países de habla inglesa, sobretodo, Reino Unido y Estados Unidos, siguen siendo muy importantes e influyentes en el campo de la investigación sobre RA. Al mismo tiempo, España y Alemania también han hecho importantes progresos en los últimos años. En España, se han publicado un gran número de trabajos en diversos campos como la empresa, la informática, la economía, la ingeniería, la ciencia política o la psicología, También podemos observar que la tecnología de RA es cada vez más relevante para la enseñanza, con numerosos autores que proponen nuevos métodos de

enseñanza que combinan la educación y la RA, que son muy importantes para el aprendizaje de los estudiantes y para la docencia, por lo que es seguro asumir que la tecnología de RA tendrá un mayor alcance en el futuro.

2.4. El desarrollo de la realidad aumentada

Desde el año 1950, Morton Heilig quería que todos los sentidos fueran involucrados y que el espectador se sintiera integrado en la acción de las pantallas. Por eso, ya en 1962 diseñó un modelo que llamó *Sensorama*, y rodó cinco cortometrajes para mejorar las experiencias del espectador por medio de su sensibilidad. Algunos especialistas y académicos continuaron su camino, no obstante, no fue hasta comienzos de la década de los 90 cuando el investigador Tom Caudell creó la idea que actualmente tenemos sobre la realidad aumentada (Horra, 2017).

Sabemos que las características de la RA basan en tres ejes fundamentales: la combinación de realidad y virtualización en un ambiente físico, la interacción a tiempo real y el sistema de inscripción tridimensional. Las herramientas más importantes que implementan la tecnología de la RA también son tres: las gafas de realidad aumentada, *Head Mounted Displays (HMDs)* y los dispositivos móviles tales como PDA, PC y, por último, los *Ultramóviles*. Se trata de una Tablet PC de formato pequeño. Fue un desarrollo conjunto entre Microsoft, Intel, y Samsung, entre otros. Ofrece el sistema operativo Windows XP Tablet PC Edition 2005, Windows Vista Home Premium Edition, o Linux y tiene un microprocesador Intel Pentium de voltaje ultra bajo que funciona en el rango de 1 GHz. La portabilidad del PC Ultra Móvil hace que sea un dispositivo atractivo para los usuarios que tienen que llevarlo consigo a menudo. A través de los gráficos a tres dimensiones, los personajes virtuales que se presentan en las tablas de un libro son mostrados y visualizados en una simple pantallita de computadora con una cámara web (Torres, 2011) (véase la Imagen 4).



Imagen 4. Muestra de imagen de RA

(Fuente: <https://images.app.goo.gl/Wx8R5EaUyzAbWZA9A>)

A medida que ha ido avanzando el desarrollo de esta tecnología, algunos investigadores establecen grados de realidad aumentada (Estebanell et al. (2012); Lens-Fitzgerald (2009); (Prendes, 2015); Reinoso (2012) Rice (2009)). Los niveles pueden considerarse una manera de evaluar lo complejo de las técnicas utilizadas en la creación de un sistema de realidad aumentada. Lens-Fitzgerald (op. Cit.), por ejemplo, propone 4 niveles (de 0 a 3). Se trata de la introducción de los códigos QR (*Quick Response*) como nivel 0 de la realidad aumentada.

Por su parte, Prendes (2015) determina que el nivel 0 corresponde, principalmente a los códigos de barras (que utilizamos habitualmente en los supermercados o en las entradas a las atracciones turísticas, como en la Alhambra de Granada). También se incluyen en este nivel los códigos QR (que ahora se ven con frecuencia en aplicaciones como WhatsApp, Instagram, Twitter, etc.), o el reconocimiento aleatorio de imágenes (véase la Imagen 5). La característica de este nivel 0 es que estos códigos actúan como hipervínculos a través de los cuales podemos entrar en otro espacio en el que queramos entrar, sin registro 3D ni marcas de seguimiento. Fundamentalmente funcionan de la misma manera que los hipervínculos html, pero sin necesidad de teclear.



Imagen 5. Código barras y código QR

(Fuente: <https://images.app.goo.gl/1CJmiFwHkkVUvyud8>;
<https://images.app.goo.gl/x2VzCWn4paNeBQta9>)

Siguiendo a Prendes (2015) el Nivel 1 corresponde a los dibujos o las marcas de los modelos realizados o que tienen dos dimensiones (2D) pero de los cuales se puede lograr el reconocimiento 3D, lo que da lugar a un efecto visual estereoscópico en 3D, que es a la vez la característica más significativa de esta etapa y la forma más avanzada del nivel 1 de RA (véase la Imagen 6). Según Estebanell et al. (2012), los marcadores suelen ser imágenes en blanco y negro, generalmente cuadradas, con dibujos simples y asimétricos. Cuando este nivel se aplica a la enseñanza suele ser para estudiantes de primaria o en los niveles principiantes de aprendizaje de una lengua.

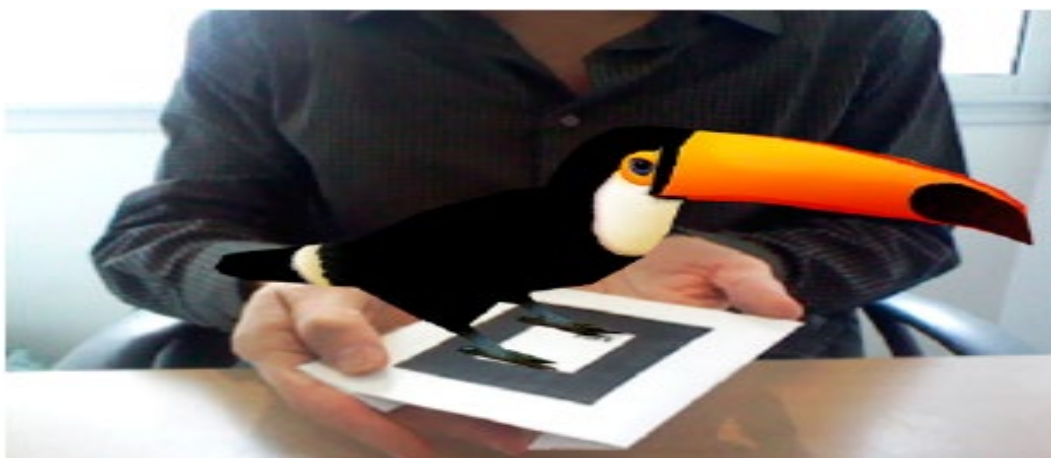


Imagen 6. Ejemplo de modelo 3D asociado a un marcador.
(Fuente: <https://images.app.goo.gl/sjM1JU4jn63Xz5KA6>)

El Nivel 2 es el que corresponde a la RA sin marcador (*markerless AR*). En este nivel se encuentran los sistemas de posicionamiento global más avanzados, como el GPS, los sistemas de *Compass*, etc., para localizar y orientar las cosas y superponer los POI (puntos de interés) en las imágenes del mundo real (véase la Imagen 7). Este nivel está muy cerca de lo que solemos conocer como RA, con escenas tanto reales como virtuales. Este nivel es definido por Lens-Fitzgerald (2009) como una realidad aumentada basada en una brújula GPS, que también puede incluir el uso de acelerómetros con el fin de controlar la posición.



Imagen 7. Ejemplo de RA *markerless* geoposicionada.
(Fuente: <https://images.app.goo.gl/Vzt8vntii5eTBYnL9>)

El Nivel 3 corresponde al que se conoce como *Visión aumentada*. Este nivel es una etapa avanzada de la tecnología de RA, logrando un alto grado de integración entre la realidad y lo virtual. Para ello es necesario combinar una serie de herramientas tecnológicas, citando a Rice (2009): “tenemos que pasar de los monitores o pantallas a las pantallas portátiles ligeras y transparentes (a escala de las gafas)” (véase la Imagen 8). De esta manera la RA llega a la VA (visión aumentada) y se convierte en inmersiva. Se representa mediante lentes de contacto de alta tecnología, como las *Google Glasses* espejadas u otros dispositivos que son capaces de proporcionar una experiencia totalmente contextualizada, inmersiva y personal. Este nivel permitirá a la enseñanza un

aprendizaje inmersivo que podrá dar resultados muy interesantes.



Imagen 8. Gafas de la RA.

(Fuente: <https://images.app.goo.gl/mkGamaedZx8H4kAf6>)

Rice (2009) afirma que si alcanzamos el nivel 4 (véase la Imagen 9), podremos comunicarnos sin barreras entre la pantalla de la lente de contacto y el cerebro, o incluso desconectarnos de la pantalla de la lente de contacto y utilizar nuestros nervios ópticos para interactuar directamente con el cerebro. Cuando demos este salto tecnológico, podremos lograr una verdadera integración y comunicación sin obstáculos entre realidad y realidad, entre lo virtual y lo real. También afirmó que la realidad virtual está en su mejor momento cuando podemos estar tan inmersos o integrados que nos olvidamos de la realidad en la que estamos. Aunque esta idea es sólo una hipótesis y está muy lejos de concretarse, ya existe una técnica alternativa similar que Reinoso (2021) denomina *markerless* (se entiende que utiliza la imagen como disparador), aunque es similar a la marca, es más fuerte ante el movimiento de la imagen como marcador, los cambios de posición, las transiciones y la iluminación, y los cambios extremos de perspectiva u oclusión. Por lo tanto, debería ser capaz de alcanzar un estado relativamente ideal.



Imagen 9. Lentillas de alta tecnología para su uso como *displays*.

(Fuente: <https://images.app.goo.gl/aeMDKXLELicrfdGA>)

A medida que la tecnología continúa desarrollándose, podemos ver que la combinación de la realidad aumentada (RA), la realidad virtual inmersiva (RVI) y el Internet de las Cosas proporcionan una plataforma de muy alta calidad para la creación, el diseño y la implementación en la educación. Como hemos explicado, la realidad aumentada es una herramienta que permite importar contenidos virtuales al entorno real, o comunicar e integrar contenidos virtuales con el entorno real. Al mismo tiempo, si esta tecnología se aplica en la enseñanza, puede adaptarse o adecuarse al aprendizaje de los estudiantes de acuerdo con el principio básico de centrarse en el alumno/a. Sin embargo, el desarrollo de las nuevas tecnologías en la enseñanza escolar es un reto para muchos profesores y estudiantes universitarios, para investigadores e incluso para los administradores, ya que la aceptación, el conocimiento y la aplicación de las nuevas tecnologías por parte de las personas varían mucho. Por ejemplo, si no saben manejar la tecnología, no pueden aplicarla al proceso de enseñanza, y mucho menos cómo utilizar la tecnología de realidad aumentada para diseñar los contenidos de enseñanza. Actualmente, muchas organizaciones y empresas están introduciendo una amplia gama de software y aplicaciones de RA, y se supone que la adopción de nuevas tecnologías es una de las tendencias más importantes en la educación (Morales, Bellezza y Caggiano, 2016).

Todavía hay mucho debate sobre los usos que puede tener la tecnología de realidad aumentada, Squire y Klopfer (2007) sostienen que hay dos categorías principales: la tecnología de consumo y la tecnología de visualización. Para los primeros, argumentan que la tecnología fue creada y utilizada principalmente para entretener y enriquecer la vida, y no fue diseñada con fines educativos. Aunque esta tecnología ya se está utilizando en instituciones educativas, ya sea dentro o fuera del aula, en el aprendizaje formal o en el informal, opinan que se debe principalmente a la curiosidad de las personas por las cosas nuevas, porque las nuevas tecnologías han generado cierto interés.

Sin embargo, para los que consideran que la tecnología de la RA está diseñada para la visualización, opinan que las técnicas de visualizaciones varían de simples gráficos a complicadas maneras de analítica visual de datos. Su punto de coincidencia es que utilizan la habilidad intrínseca del cerebro que le permite analizar con rapidez los datos visuales e indicar las pautas y las secuencias de significado en entornos muy complejos. Estas técnicas están surgiendo como una serie de recursos a fin de analizar grandes series de información, investigar dinámicas y, por lo general, simplificar la complejidad (Morales, Bellezza y Caggiano, 2016).

A lo largo de los años, la realidad aumentada se ha extendido a una amplia gama de campos, como la sanidad, el transporte o el arte, en general, y en la educación, en particular, desempeña un papel cada vez más importante. ¿Por qué decimos esto? Porque la realidad aumentada ha demostrado ser una poderosa herramienta educativa en ámbitos aparentemente no educativos, y ha sido una gran inspiración para profesorado y alumnado, por ejemplo, en museos y biblioteca. En algunas escuelas, por supuesto, la combinación de realidad aumentada y aplicaciones móviles ya está teniendo un efecto positivo en la RA. Los programas o aplicaciones que utilizan la realidad aumentada como vehículo son intrínsecamente entretenidos y pueden ser una gran herramienta de

aprendizaje al despertar el interés de los alumnos por el conocimiento. Los profesores pueden utilizar esto en su beneficio incorporando animaciones y vídeos a la RA para diseñar más contenidos y programas de aprendizaje que se adapten a sus alumnos (Cai y otros, 2017).

Por tanto, en el nivel de primaria, la enseñanza a los niños debe ser más atractiva e interesante. En el caso de los niños, los modelos están diseñados como simples dibujos animados, rompecabezas u objetos interesantes, etc., para aumentar la atención de los niños y que aprendan gradualmente nuevos conocimientos, como el reconocimiento del alfabeto y la lectura de palabras en voz alta. A partir de ahí, los dispositivos basados en la RA se utilizan para lograr despertar el interés de los niños y niñas por aprender a leer y escribir, fomentar la capacidad de memoria y las habilidades creativas, utilizar una buena pronunciación de las diferentes palabras, mejorar la comprensión y las discriminaciones auditivas, etc. (Campos, 2016).

Para conocer la actitud de los docentes ante la posibilidad del uso de la RA en educación realizamos un breve cuestionario para conocer sus actitudes y la prospección de la RA que ellos presuponen en la enseñanza. Este cuestionario fue completado durante el mes de mayo de 2021. El cuestionario se elaboró y se contestó a través de Google Formularios. Consta tan solo de tres preguntas ya que se trata de un sondeo para un primer acercamiento al tema. La muestra encuestada está compuesta por 100 personas. La 50% son hombre y el 50% mujeres. Su edad oscila entre los 16 y los 30 años, y todos son estudiantes de secundaria y universitarios. Cada pregunta es de respuesta múltiple. La primera pregunta trata de la percepción de los encuestados sobre utilidad de la RA en la educación (véase el Gráfico 11). Concretamente la pregunta fue *¿Cree que la RA será útil para el desarrollo de la enseñanza?*

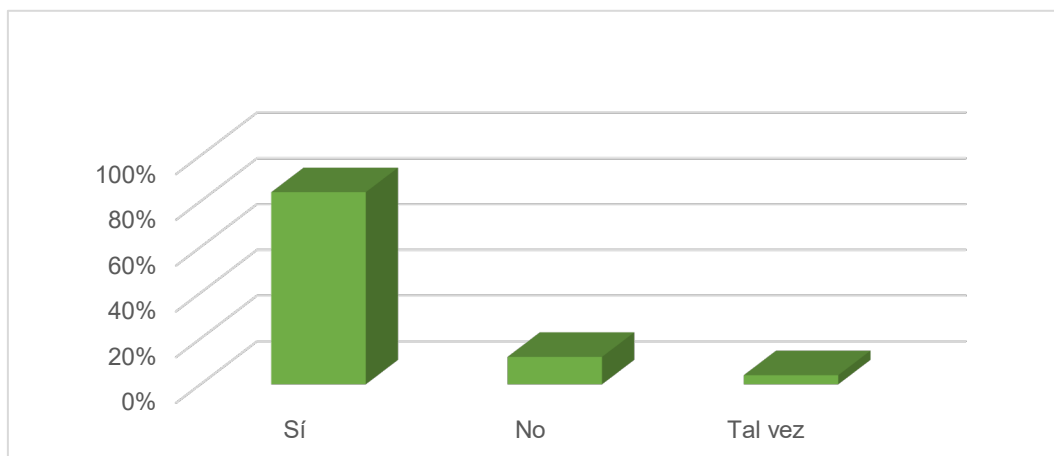


Gráfico 11. La utilidad de la RA en el desarrollo educativo

Como se desprende del Gráfico 11, el 84% de las personas encuestadas creen que la RA es de utilidad para el desarrollo de la enseñanza. Por el contrario, un 16% consideran que resulta inútil. Por lo tanto, podemos afirmar que la mayoría de la muestra considera que la RA puede resultar provechosa para el desarrollo de la educación.

La siguiente pregunta versa sobre la actitud de los docentes ante la posibilidad de usar la RA como recurso para su docencia. Concretamente la pregunta fue *¿Cuál es su actitud ante la posibilidad de utilizar la RA para la docencia?* A partir del Gráfico 12 observamos que las personas que manifiestan una actitud positiva acerca de la utilización de la RA para la enseñanza suponen un 36% del total de la muestra. Sin embargo, las personas que expresan una actitud negativa ante tal posibilidad suponen el 8% de los encuestados. Por su parte, el 56%, más de la mitad de los encuestados manifiestan una actitud neutral. Por ello, puede deducirse que los docentes no confían completamente en que esta tecnología emergente que pueda integrarse altamente en la enseñanza. Probablemente le auguran un futuro en el que sí resulte útil (de por eso el 84% sí que le ven posibilidades), pero la realidad aun dista de esa implementación.

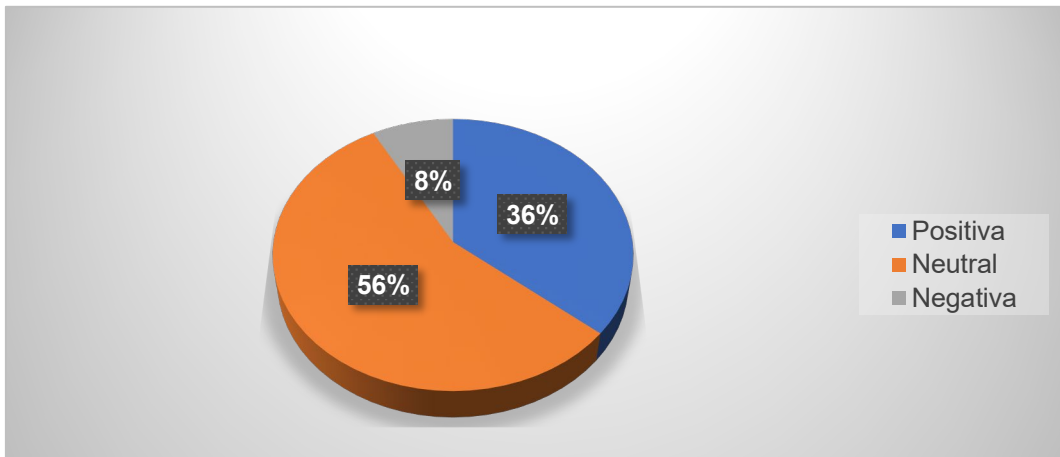


Gráfico 12. La actitud respecto al uso de la RA en la docencia

La última de las cuestiones del test fue *¿Cuándo cree que se popularizará la tecnología de realidad aumentada (RA)?* En el Gráfico 13 podemos analizar las respuestas obtenidas. El porcentaje mayor lo ocupan las personas que suponen que en 5 años será un recurso popular (el 48%); al 28% de la muestra les parece que llegará al gran público en los próximos diez años; al 12% que será en los tres próximos años, al 8% en los 15 años venideros y, por último, al 4% le parece que nunca se popularizará.

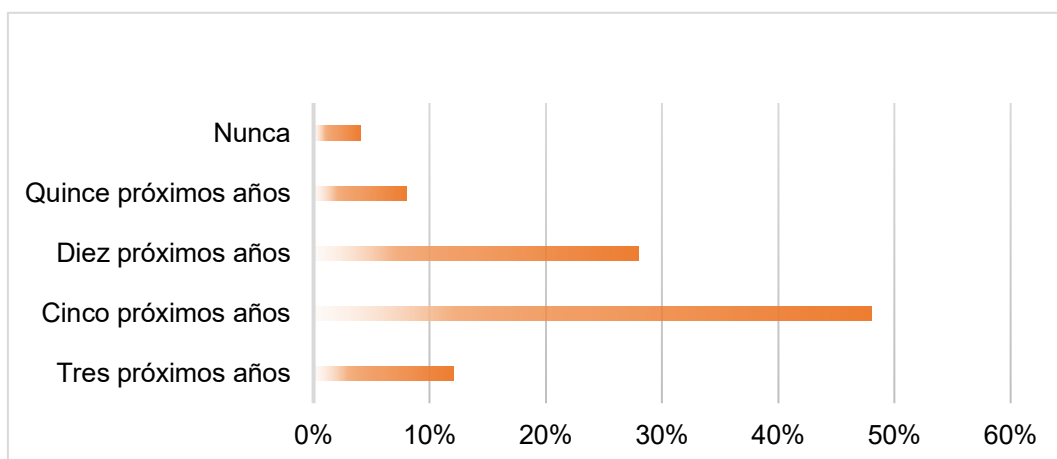


Gráfico 13. Cuándo se popularizará la RA

2.5. La realidad aumentada en la educación

Por una parte, se observa que en la enseñanza superior existe un número cada vez mayor de estudiantes se convierten en consumidores de productos de conocimiento por sí mismos. Una de las razones más importantes es que los estudiantes ya no sienten que los conocimientos que aprenden en las aulas universitarias satisfagan su deseo de aprender o las necesidades que tienen en cualquier parte de su vida, por lo que buscan muchos productos de conocimiento fuera del campus universitario, lo que lleva al desarrollo de un modelo distinto de formación y a una innovación tecnológica. Este modelo es una acción social colectiva basada en la colaboración entre consorcios universitarios, comunidades abiertas, educadores, responsables políticos y administradores. Se están rompiendo las barreras entre universidades, el conocimiento vuela más allá de los muros, las comunidades de aprendizaje crecen, reuniendo a grupos de personas con aspiraciones comunes y contribuyendo al florecimiento de las industrias culturales y la educación en su conjunto. Ello ha propiciado el cambio tecnológico, la difusión de los dispositivos móviles y las tecnologías de realidad virtual y realidad aumentada, que han facilitado en gran medida la difusión del conocimiento y han despertado el deseo de aprender más (Morales, Bellezza y Caggiano, 2016).

Morales, Bellezza y Caggiano (op. Cit.) sostienen que las tecnologías de aprendizaje adaptativo y el Internet de las Cosas (*IOT*) aún están poco alineadas y que, por lo tanto, las instituciones de educación superior deben hacer un fuerte esfuerzo para promover aplicaciones de software que cumplan con los requisitos y necesidades. En este nuevo paradigma, las tecnologías informáticas como la realidad virtual y la realidad aumentada pueden integrarse de forma más amplia y eficaz en la formación. Para los profesores y administradores también es importante desarrollar y diseñar más métodos y programas de enseñanza que sean adecuados para el aprendizaje de los estudiantes, de modo que se pueda

lograr la innovación y la integración desde arriba.

A medida que las tecnologías informáticas, como la realidad virtual y la realidad aumentada, adquieren mayor relevancia en el proceso de enseñanza y aprendizaje, aumentan las opiniones, tanto buenas como malas, sobre este nuevo modelo de educación, y se obtienen valiosos comentarios al respecto. Para desarrollar un enfoque más científico del aprendizaje y crear un modelo de enseñanza que se adapte a la mayoría de los estudiantes, recogemos un gran número de perfiles de estudiantes y analizamos los detalles de la interacción de los estudiantes en el mundo virtual y real para ver qué es beneficioso o más accesible para los estudiantes y qué no. Al mismo tiempo, también nos fijamos en las necesidades específicas de los alumnos en particular y encontramos el estilo de aprendizaje adecuado para ellos, de modo que la experiencia de aprendizaje sea realmente personalizada y se consiga una alfabetización permanente. Por lo tanto, el aprendizaje analítico, la retroalimentación y la evaluación son elementos clave del crecimiento académico para los profesores, los estudiantes y los administradores educativos, especialmente en el nuevo paradigma que combina la RA y la enseñanza y el aprendizaje. (Morales, Bellezza y Caggiano, op. Cit.).

2.5.1. Ventajas del uso de la realidad aumentada en la educación

La posibilidad de incluir la tecnología de la realidad aumentada en la educación abre un sinfín de posibilidades: los conocimientos aprendidos en los libros se presentan en tres dimensiones, *virtualizados* (si se nos permite el neologismo), pero relativamente realistas para los estudiantes, lo que les ayuda en gran medida a comprender mejor los contenidos adquiridos. En aquellas escuelas donde se han instalado varias aulas multimedia totalmente equipadas, que incluyen ordenadores de sobremesa, portátiles, tabletas, auriculares y simuladores de seguridad multimodales, etc., se ha comprobado que así sucede.

El uso de videoclips o podcasts de audio también se utiliza para enriquecer el contenido y el formato de las sesiones. Además, así se estimula el interés de los alumnos por el aprendizaje. Asimismo, como la tecnología de realidad aumentada está diseñada para entretener, el contenido y los modos de entrega pueden diseñarse para crear un entorno de aprendizaje lúdico y mejorar la interacción entre los estudiantes y el contenido que están aprendiendo. La aplicación de estas estrategias de enseñanza contribuirá sin duda al progreso del aprendizaje de los alumnos (Cabero-Almenara y Díaz, 2018).

Según Cabero-Almenara y Díaz (op. Cit.), para los estudiantes, la atracción por la tecnología de realidad aumentada aumenta su interés por el aprendizaje, lo que a su vez incrementa su compromiso en el aula y su sed de conocimiento, aumentando así su participación activa en el aula y su sentido de aprendizaje autodirigido. También promueve la interacción entre estudiantes y profesores y entre estudiantes, lo que mejora aún más los resultados del aprendizaje.

Para los docentes, el uso de la tecnología ha cambiado gradualmente el modelo tradicional de enseñanza y aprendizaje, y la interacción entre profesores y alumnos ha aumentado considerablemente debido al mayor interés y motivación de los estudiantes durante las clases, lo que ha dado lugar a un animado ambiente de cooperación entre profesores y alumnos. De hecho, la difusión de la tecnología informática y su integración en el proceso de enseñanza también está mejorando las competencias digitales de los profesores, lo que está en consonancia con el concepto de aprendizaje y progreso permanentes, y la familiaridad de los profesores con el uso de esta tecnología está acelerando en gran medida la consecución de los objetivos educativos y la aplicación efectiva de las actividades de enseñanza constructivista, lo que también tiene una importancia positiva para el proceso de enseñanza (Cabero-Almenara y Díaz, 2018).

Para las instituciones, el uso de la realidad aumentada y la realidad virtual para la enseñanza es un signo influyente y atractivo en sí mismo, que puede aumentar el número de estudiantes. Por ejemplo, si a muchos estudiantes no se les imparte de forma adecuada la física, la química, la geografía, etc., la institución puede diseñar muchos contenidos sobre estas materias para mejorar el rendimiento de los alumnos (Cabero-Almenara y Díaz, 2018).

Morales, Bellezza, y Caggiano (2016), por su parte, argumentan que, en los últimos años, cada vez más estudiantes se han sentido cómodos con el aprendizaje en línea a través del vídeo y, junto con esto, muchos profesores también se han sentido cómodos con este modo de enseñanza, e incluso algunos profesores y estudiantes ven el aprendizaje en línea a través de vídeo como una alternativa viable al aprendizaje presencial. También podemos ver que el aprendizaje en línea tiene muchas ventajas, como la flexibilidad de la ubicación de la clase, que no se limita al aula, las posibilidades de interacción, así como de reproducción, que permiten a los estudiantes interactuar activamente con el profesor durante la clase, ya sea por texto o directamente a través del vídeo, y el hecho de que los estudiantes pueden volver a escuchar varias veces lo explicado.

La utilización de recursos basados en la RA para la enseñanza proporciona una excelente experiencia de aprendizaje a los estudiantes, que se sienten intrigados y sorprendidos. Los alumnos no sólo pueden utilizar los contenidos existentes, sino que también pueden crear contenidos de su propio interés, lo que aumenta enormemente su interés por aprender (Morales, Bellezza, y Caggiano, 2016). Para ilustrar esta afirmación veamos un ejemplo. Si los alumnos tienen que estudiar los órganos del cuerpo humano de forma exhaustiva, pueden trabajar por su cuenta o en grupo para diseñar un ser humano tridimensional virtual a través de la plataforma de la aplicación de realidad aumentada (como AR Flashcards o QuiverVision). Los alumnos pueden buscar los nombres de cada

órgano en el ser humano en 3D, con la pronunciación correspondiente o una banda sonora divertida, incluso si se equivocan. La aplicación puede modificarse en cualquier momento. Una vez que hayan completado esta tarea relativamente sencilla, podrán disfrutar de sus propias maquetas diseñadas con tecnología de RA y aprender mucho de forma muy amena.

Además, la tecnología de la realidad aumentada tiene las ventajas funcionales del seguimiento de la ubicación, la manifestación de imágenes, la fusión multimedia (audio y vídeo) y la capacidad de presentar muchos modelos en tres dimensiones, por lo que es suficiente para permitir una difusión más favorable del conocimiento, además de una serie de promociones mediante la función de compartir (Morales, Bellezza y Caggiano, 2016).

Bacca, Baldiris y Fabregat (2014) afirman que, con la ayuda de la tecnología de la RA y la RV, podemos ser más flexibles e incluir muchas formas diferentes de pruebas en nuestro proceso de enseñanza, a menudo con una retroalimentación oportuna y con una participación activa, una interacción inmediata y un pensamiento activo por parte de los estudiantes, de modo que estas pruebas sean valiosas y significativas. También es posible dar rienda suelta a los principios de la enseñanza basada en el juego. Además, la RA cuenta con una función de seguimiento en vivo, que carga automáticamente los errores cometidos por los alumnos en una gran base de datos. Esta función puede ayudar a los profesores a identificar en gran medida las deficiencias de los alumnos, de modo que puedan diseñar contenidos de forma más específica y ayudar a los alumnos a superar las dificultades y compensar sus deficiencias.

En suma, la integración de muchas nuevas tecnologías informáticas en los procesos de aprendizaje modernos tiene muchas ventajas y ha sido claramente reconocida por la mayoría de las escuelas, instituciones, profesores y estudiantes. En los entornos de RA y RV, los estudiantes se ven inmersos en el

proceso de enseñanza y aprendizaje y, por tanto, pueden adquirir conocimientos de forma más realista y eficaz, y en una construcción tridimensional que estimula su pensamiento y les permite pensar e investigar los problemas desde diversas perspectivas (Cabero et al. 2016; Moreno y Leiva, 2017; Moreno y Ramírez, 2016; Moreno, Leiva y López, 2017).

La inclusión de la realidad aumentada en la educación estimula el deseo de los estudiantes de investigar y crear conocimiento, ya que son curiosos y, por lo tanto, pueden permanecer muy concentrados durante todo el proceso de aprendizaje, lo cual es importante para el dominio del conocimiento. En un entorno de realidad aumentada, los alumnos se sumergen en la observación de los objetos o modelos que ven y se forman sus propias ideas para explicarlas mejor o incluso una teoría a través de su propio pensamiento. Si se encuentran con dificultades u obstáculos en su proceso de reflexión, también pueden discutirlos entre ellos muy de cerca, ya que la tecnología de la realidad aumentada ofrece una interactividad extremadamente rápida y realista. Por lo tanto, este recurso de enseñanza y aprendizaje tiene un efecto muy positivo en la autonomía de los alumnos y en el desarrollo de la cooperación y coordinación mutuas entre profesores y alumnos (Díaz, 2017).

Adicionalmente, Prendes (2015) argumenta que Estebanell et al. (2012) son excesivamente optimistas sobre el uso de la RA en la educación, aunque creen en el impacto positivo de la RA en la enseñanza. Consideran que, si se utiliza la realidad aumentada en la enseñanza, los estudiantes se liberarán completamente de las limitaciones de tiempo y espacio, y que podrán aprender siempre que lo deseen. Coincidimos en su argumentación respecto a que el deseo y la motivación de aprender son a menudo la clave del progreso de los estudiantes, pero el deseo, la motivación y la inspiración para aprender no siempre están ahí, y la realidad aumentada puede resolver este problema permitiendo a los estudiantes comprometerse con el aprendizaje en cuanto están

inspirados. Por otro lado, la RA permite una interacción oportuna, fluida y eficaz entre los entornos virtuales y lo reales, ya que permite una transición suave entre lo virtual y lo real, lo que supone un avance más en la tecnología de la realidad virtual. Los alumnos suelen adquirir nuevos conocimientos durante el debate, ampliando así sus conocimientos (Prendes, op. Cit.).

Hay otros muchos expertos que comparten esta opinión, como González (2013), que cree firmemente que hay buenas razones para utilizar la realidad aumentada en la enseñanza y el aprendizaje. Por ejemplo, en un aula de biología, la RA y la RV pueden utilizarse para sumergir a los alumnos en la diversidad de los organismos; en un aula de geografía, los alumnos pueden viajar de sur a norte y de este a oeste como si estuvieran realmente en el país, aprendiendo sobre la topografía, las montañas, los ríos, el clima y los aspectos sociales y culturales de cada lugar.

Dados los emocionantes desarrollos y la funcionalidad manifiesta de la RA como tecnología de interfaz improvisada, los investigadores creen que la RA tiene vastas implicaciones potenciales y numerosos beneficios para el aumento de los ambientes de aprendizaje y docencia (Cooperstock, 2001; Billinghamurst, 2002; Shelton y Hedley, 2002; Klopfer y Squire, 2008). Por ejemplo, la RA tiene el potencial de (a) atraer, estimular y motivar a los estudiantes para que exploren los materiales de la clase desde diferentes ángulos (Kerawalla, Luckin, Selijefot y Woolard, 2006); (b) ayudar a enseñar materias en las que los estudiantes no podrían adquirir experiencia de primera mano en el mundo real (por ejemplo astronomía y geografía) (Shelton y Hedley, 2002); (c) mejorar la colaboración entre estudiantes e instructores y entre estudiantes (Billinghurst, 2002); (d) promover la capacidad creativa e imaginativa de los alumnos (Klopfer y Yoon, 2004); (e) ayudar a los alumnos a controlar su aprendizaje a su propio ritmo y en su propio camino (Hamilton y Olenewa, 2010), y (f) crear un entorno de aprendizaje auténtico adecuado a varios estilos de aprendizaje. Los

investigadores han explorado el uso de las aplicaciones de RA en una variedad de campos y disciplinas, muchas de las cuales ya están relacionadas directa o indirectamente con la educación (Yuen, Yaoyuneyong, y Johnson, 2011).

2.5.2. Dificultades del uso de realidad aumentada en la educación

A pesar de todas las ventajas y posibilidades comentadas, sigue habiendo dificultades, e incluso obstáculos, insalvables en el proceso de utilización de la RA en el ámbito educativo.

A diferencia de las tecnologías o los modelos de enseñanza que existen desde hace décadas, o incluso siglos, la realidad aumentada y su modelo educativo combinado todavía tienen un largo camino que recorrer y necesitan aprender más de la práctica, encontrar más deficiencias y superarlas una a una (Cabero-Almenara y Díaz, 2018.) Además, debido a los sistemas educativos actuales, muchas entidades formativas siguen centradas en el rendimiento y no están muy dispuestas a aceptar nuevos recursos educativos que puedan hacer descender sus tasas de éxito; tienden a estar acostumbradas a modelos más tradicionales, lo cual es, con mucho, el mayor problema y obstáculo. Para resolver esta dificultad, por un lado, es necesario seguir promoviendo el conocimiento de estas tecnologías y desarrollar métodos didácticos más innovadores (Cabero-Almenara y Díaz, 2018.)

Para encontrar, analizar y resumir las dificultades encontradas, realizamos una serie de estudios y elaboramos una serie de tablas. El instrumento de recogida de información sobre los obstáculos existentes para la incorporación de la RA en la formación fue un cuestionario con formato tipo Likert, con 7 opciones de respuestas (de 0=nada significativo, a 6=muy significativo). Para su construcción seguimos tres etapas: a) encuesta telefónica a una serie de “expertos” en Tecnología Educativa y RA sobre los obstáculos más significativos que para ellos

tendría la implantación de la RA en la formación universitaria, b) revisión de artículos científicos sobre RA publicados en revistas de las bases de datos “*Web of Science*” y “*Scopus*”, y en el “Sello de Calidad de Revistas Científicas Españolas”, y c) obtención del índice de fiabilidad. Comenzaremos nuestro análisis presentando las puntuaciones medias y desviaciones típicas alcanzadas en los diferentes ítems (véase la Tabla 1). Los diez ítems que obtuvieron mayor puntuación media, y que sugieren obstáculos muy significativos para su incorporación, fueron los siguientes (Barroso-Osuna y otros, 2019):

Obstáculos para la incorporación de la RA en contextos de formación universitarios.		
Ítem	M	SD
1) Existen más desarrollos tecnológicos que prácticas y experiencias educativas	4,49	1,52
2) Su novedad impide la falta de reflexión conceptual y teórica para su incorporación a la práctica educativa	3,87	1,48
3) Las experiencias de incorporación realizadas son más bien acciones puntuales, que acciones planificadas y continuadas para su adopción educativa	4,56	1,22
4) Falta de materiales educativos para su incorporación a la enseñanza	4,54	1,49
5) Falta de formación del profesorado para su utilización, y sobre todo para su aplicación en estrategias innovadoras de enseñanza	5,07	1,27
6) Los dispositivos tecnológicos que se utilizan para la interacción cuentan con diferentes sistemas operativos, lo que reclama la realización de distintas versiones de los objetos, y ello dificulta su incorporación a la enseñanza	4,04	1,59
7) La dificultad y desorientación cognitiva que supone para algunos estudiantes, el interaccionar en un contexto formado por la mezcla de lo real y virtual	2,80	1,65
8) La falta de investigación educativa	4,37	1,37
9) La falta de fundamentación teórica para tomar de decisiones respecto a su utilización e incorporación a la enseñanza	4,09	1,57
10) Se necesitan equipos costosos para su utilización	2,96	1,84
11) Solo sirve para distraer, no para que los estudiantes aprendan y adquieran conocimientos	1,33	1,61
12) Los centros educativos no disponen de tecnología para su utilización	3,52	1,84
13) Es difícil de producir por el profesorado	3,86	1,56
14) Los objetos producidos en RA son difíciles de utilizar por los estudiantes	2,08	1,64
15) Solo puede ser utilizada por adultos y en los niveles superiores de	1,31	1,57

enseñanza		
16) No puede ser utilizada en todas las disciplinas	1,42	1,61
17) Para su utilización se necesita disponer de dispositivos tecnológicos de última generación	2,62	1,93
18) En su utilización solo se pueden movilizar metodologías tradicionales y nada innovadora	1,39	1,78
19) La actitud que muestran los estudiantes hacia estas tecnologías no son positivas para su incorporación a la enseñanza	1,56	1,84
20) La actitud que muestran los docentes hacia estas tecnologías no son positivas para su incorporación a la enseñanza	3,43	1,62
21) No contamos con un volumen de “buenas prácticas” que indiquen como incorporarla a la enseñanza	4,14	1,37
22) Son sistemas muy rígidos que no permiten su adopción por el docente en su contexto de clase	1,95	1,62
23) Aunque ha evolucionado en los últimos tiempos, su funcionamiento técnico es impreciso	2,37	1,54
24) Resistencia de los docentes a la incorporación de las TIC en la enseñanza	4	1,57
25) Falta de diseño instruccional para su incorporación	4,11	1,44
26) Sobrecarga cognitivamente a los estudiantes por la diversidad de información que puede ofrecer	2,1	1,63
27) Los estudiantes se sienten aburridos y confundidos, cuando están inmersos en situaciones de utilización de objetos de aprendizaje en RA	1,4	1,58
28) Los alumnos creen que la RA no es una tecnología significativa para el aprendizaje	1,66	1,58
29) Las casas industriales que no se deciden a establecer un estándar tecnológico para la utilización de la RA	3,38	1,80
30) El desconocimiento que los docentes tienen de esta tecnología	4,7	1,30
31) El desconocimiento que los estudiantes tienen de esta tecnología	3,26	1,84
32) Los docentes no están formados para su utilización en la enseñanza	4,79	1,36
33) No existen investigaciones educativas que permitan analizar sus posibilidades educativas	3,71	1,74
34) La institución educativa no propicia el uso de las TIC en general, y la RA en particular	4,15	1,6
35) En los centros educativos no hay tecnología para su utilización	3,45	1,81
36) No se recibe apoyo institucional para la incorporación de la RA	4,08	1,64
37) Los estudiantes no están capacitados para su utilización	1,82	1,78
38) La rigidez del curriculum educativo no facilita la incorporación de la tecnología de la RA	3,41	1,82
39) Hay escasas investigaciones sobre sus posibilidades educativas	3,74	1,74
40) El curriculum educativo es por lo general poco flexible para realizar innovaciones tecnológicas educativas con la RA	3,27	1,82
41) El plan de estudios no facilita la incorporación de la RA	3,13	1,87

Tabla 1. Obstáculos para la incorporación de la RA en la formación universitarios

1. No contamos con un volumen de “buenas prácticas” que indiquen cómo incorporarla a la enseñanza (4,14).
2. La institución educativa no propicia el uso de las TIC en general, y la RA en particular (4,15).
3. La falta de investigación educativa (4,37).
4. Existen más desarrollos tecnológicos que prácticas y experiencias educativas (4,49).
5. Falta de materiales educativos para su incorporación a la enseñanza (4,54).
6. Las experiencias de incorporación realizadas son más bien acciones puntuales, que acciones planificadas y continuadas para su adopción educativa (4,56).
7. El desconocimiento que los docentes tienen de esta tecnología (4,70).
8. Los docentes no están formados para su utilización en la enseñanza (4,79) (Barroso-Osuna y otros, 2019).

Por lo tanto, podemos saber que la cooperación actual entre RA y educación aún encuentra muchos de los obstáculos anteriores.

3. METODOLOGÍA

Para realizar esta investigación hemos llevado a cabo una búsqueda bibliográfica para conocer el alcance conceptual del tema central de este trabajo, la realidad aumentada y su aplicación en la educación. Hemos consultado las principales fuentes de información y los investigadores más relevantes en este campo. Las fuentes consultadas han sido, principalmente, Google Scholar, Dialnet, Scopus, Resaerch Gate, Science Direct, ProQuest, EEBSCO Open Dissertations y BASE. Esto nos ha permitido explicar en qué consiste exactamente la RA, cómo surgió y cuál ha sido su evolución.

Por otro lado, teníamos la intuición del gran interés que suscita esta tecnología tan novedosa, por lo que hemos investigado exactamente cuál es la producción científica que ha generado en los últimos años nuestro tema de interés. Lo hemos analizado por años, países y lenguas de publicación, principalmente. Esto nos ha permitido cuantificar el desarrollo de la investigación sobre la tecnología de RA en la última década. Hemos constatado, entre otros parámetros, que cada vez hay más producción científica alrededor de la RA y su aplicación en muchas disciplinas.

Con el fin de completar este trabajo de la mejor manera posible, hemos consultado numerosos motores de búsqueda como *Google Scholar*, *Dialnet*, *Scopus*, *Resaerch Gate*, *Science Direct*, *ProQuest*, *EEBSCO Open Dissertations* y *BASE*, entre otros. Así, hemos podido completar la fundamentación teórica ue sustenta esta investigación. Hemos podido conocer cuáles son las tecnologías de RA que mayor y mejor aplicación tienen a la enseñanza, así como su complemento, las tecnologías de realidad virtual (RV). Al mismo tiempo, hemos registrado y clasificado una gran cantidad de datos a través de libros, revistas, periódicos, revistas electrónicas y actas de conferencias que documentan la

investigación sobre estas tecnologías.

A través de la amplia literatura, hemos podido conocer que la tecnología de RA tiene grandes ventajas en muchas áreas, sobre todo en el área de la educación. Con las aplicaciones avanzadas de realidad aumentada, ofrecemos una experiencia de aprendizaje más realista que involucra a los alumnos de una manera que nunca antes había sido posible. En estos entornos de aprendizaje inmersivos y mejorados, es de esperar que los estudiantes se sientan más motivados con el procedimiento de aprendizaje, ya que estas tareas son más íntimas, fluidas, activas y polifacéticas, en las que los alumnos pueden experimentar y manipular las situaciones, lo que incrementa la actitud positiva de los alumnos hacia el aprendizaje, y de su interés por la materia tratada. En última instancia, esto conduce a un progreso de la eficiencia académica y del dominio y la maestría de los conocimientos adquiridos, así como a la capacidad de adquirir una gama más amplia y diversa de conocimientos. Para los profesores, por su parte, esta tecnología permite enseñar contenidos que de otro modo no serían factibles, así como impartirlos de forma más entretenida y motivadora, mejorando la colaboración entre alumnos y profesores y entre estudiantes, lo que fomenta la creatividad y la imaginación, al tiempo que facilita a los profesores la elaboración de planes de clase y contenidos.

Para averiguar, investigar y demostrar cómo se puede utilizar la tecnología de RA en el proceso educativo, hemos utilizado cuatro aplicaciones (ARcard, Quiver, Magic Book y JigSpace). Por un lado, hemos investigado sobre su uso, y descubrimos que ARcard y Quiver son ideales para enseñar fonética y vocabulario, con sus claras visualizaciones del alfabeto y sus interesantes animaciones, lo que los hace ideales para niños o principiantes. Por su parte, el *Magic Book* es apto para un amplio abanico de edades y niveles de dificultad, y los alumnos pueden elegir el contenido del libro según su nivel y necesidades, cada uno con un buen efecto RA, para mejorar sus habilidades lingüísticas. Por

otro lado, hemos hecho uso de la función de creación de JigSpace para realizar un gran número de actividades *Jig*. Por ejemplo: *Coral Reef*, *D-Day Landing* o *Coronavirus*, entre otras, que pueden ser utilizados íntegra y directamente en el proceso de enseñanza, demostrando así mejor todas las ventajas significativas de la RA en el proceso de enseñanza. De este modo, hemos creado nuestra propuesta didáctica original para la enseñanza-aprendizaje de una lengua extranjera. Así se mejorará la comprensión auditiva, la expresión oral, la comprensión lectora, y puesto que el interés es decisivo, los alumnos estarán más motivados para aprender según sus preferencias, al mismo tiempo que amplían sus conocimientos.

4. DISEÑO Y CREACIÓN DE PROPUESTAS DIDÁCTICAS BASADAS EN HERRAMIENTAS DE RA PARA EL APRENDIZAJE DE LENGUAS EXTRANJERAS

Existen numerosas aplicaciones relacionadas con la enseñanza y el aprendizaje que utilizan la tecnología de la RA. En este capítulo llevamos a cabo nuestra propuesta. Consiste en elaborar una serie de actividades para el aprendizaje de una lengua extranjera utilizando tecnología de RA.

4.1. AR Flashcards

La primera de las herramientas que vamos a explicar es AR Flashcards. Fue creada en 2012 por Heath Mitchell y David Callahan. Fue la primera aplicación de tarjetas *flash* de realidad aumentada que se pudo adquirir para los dispositivos de Apple. El diseño de este programa está dirigido a los principiantes de idiomas extranjeros. Primero, los estudiantes deben instalar esta aplicación en sus teléfonos móviles o tabletas, y pueden usar las tarjetas que proporciona la página web con el fin de aprender rápidamente la pronunciación, las letras y las palabras (veáse la Imagen 10).



Imagen 10. AR Flashcards

(Fuente: <https://images.app.goo.gl/7cs82FoTfZqLhA4e6>)

Cada tarjeta corresponde a una letra, y debajo de cada letra mayúscula se coloca un vocabulario relacionado con los animales. Además, el color y los detalles de

las tarjetas insinúan y ayudan en cierta medida a las asociaciones de ideas y recuerdos de los estudiantes hacia este animal. A continuación, los estudiantes deben colocar la tarjeta en la mesa, o en el suelo o en otros lugares adecuados, luego abrir la aplicación descargada en el teléfono móvil o en la tableta, seleccionar *Get Start* y enfocar la lente en la letra de la tarjeta. Se mostrarán en la pantalla los animales pequeños correspondientes, por ejemplo, la letra A corresponde a *Alligator*, la letra B corresponde a *Beaver*, la letra C corresponde a *Cat*, la letra D corresponde a *Dog*, etc., en la versión en inglés. Además, cuando los animales aparecen en la pantalla, la pronunciación de las palabras también se emite simultáneamente, lo que facilita enormemente la adquisición de nuevas palabras para los principiantes (véase la Imagen 11).



Imagen 11. Tarjetas de letras de AR Flashcards

(Fuente: <https://images.app.goo.gl/qjF2aszvkMbC8haF7> & <http://arflashcards.com/studiouploads/ARflashcardsWithDinos.pdf>)

Con la optimización y la mejora continua de esta aplicación se han agregado los dos módulos, AR Flashcards Space y AR Flashcards Shapes & Colors. Así, los estudiantes pueden ver, por ejemplo, muchos planetas en el vasto cielo estrellado a través de AR Flashcards Space, como el Sol, la Luna, Júpiter, Saturno, Marte, etc. (véase la Imagen 12).



Imagen 12. Tarjetas de AR Flashcards Space
 (Fuente: <https://images.app.goo.gl/uF4mZLEFAFkSaEZv5>)

Así mismo, los estudiantes pueden aprender palabras relacionadas con los colores de manera vívida e interesante, a través de AR Flashcards Shapes & Colors (véase la Imagen 13). Los pequeños monos en las tarjetas están realizando acciones difíciles pero muy divertidas, lo que concentra enormemente la atención de los estudiantes y fortalece la memorización de las palabras.



Imagen 13. Tarjetas de AR Flashcards Colors
 (Fuente: <https://images.app.goo.gl/DYPzyGydq3mrivgu5>)

En suma, por medio de esta aplicación los estudiantes de una lengua en los niveles de principiantes pueden aprender más fácilmente el alfabeto y el vocabulario relacionado de la vida cotidiana u otros campos léxicos más complicados, como la astronomía. Además, a través del audio, los estudiantes

también pueden adquirir una pronunciación correcta. Puede proporcionar una ayuda sustancial a los estudiantes.

4.2. Quiver

La siguiente tecnología que presentamos es Quiver³. La aplicación que ofrece imágenes en color de realidad aumentada en 3D. Inicialmente se llamó colAR y fue desarrollada por HIT Lab NZ. Después de recibir comentarios y premios abrumadoramente positivos en congresos internacionales, QuiverVision (originalmente llamada *Puteko Limited*) se empezó a comercializar. Esta aplicación está disponible para los sistemas operativos de iOS y Android, además es completamente gratuita (véase la Imagen 14).



Imagen 14. Modelo de Quiver

(Fuente: <https://images.app.goo.gl/Nz694zLwL5mDK4Q46>)

En los últimos años, QuiverVision ha logrado grandes avances en el campo de la educación. Sus usuarios son principalmente principiantes en el aprendizaje de lenguas extranjeras. Los estudiantes pueden descargar imágenes originales del sitio web oficial que se encuentran sin colorear, por ejemplo, y luego pintarlas según sus propias preferencias. De acuerdo con la orientación psicológica que asesora a los creadores de la aplicación, los estudiantes obtienen una sensación

³ Disponible en <https://quivervision.com/>

de satisfacción y ganancia en el proceso de pintura, así aumentan el interés y la eficiencia en el aprendizaje. Después de completar esta serie de operaciones, colocan las obras que han completado en el escritorio, o en el suelo u otros lugares planos, y luego deben abrir la aplicación descargada, hacer clic en el botón de la mariposa pequeña y enfocar la cámara en la imagen. Los estudiantes ven una imagen dinámica, como una avioneta volando, un poni corriendo o dos animales pequeños jugando voleibol. El efecto de la imagen es muy real y controlable. Los estudiantes pueden controlarlos y llevarlos por donde deseen (véase la Imagen 15). Además, la música de fondo también se reproduce mientras emerge la imagen, dando a las personas la sensación de estar en la escena.

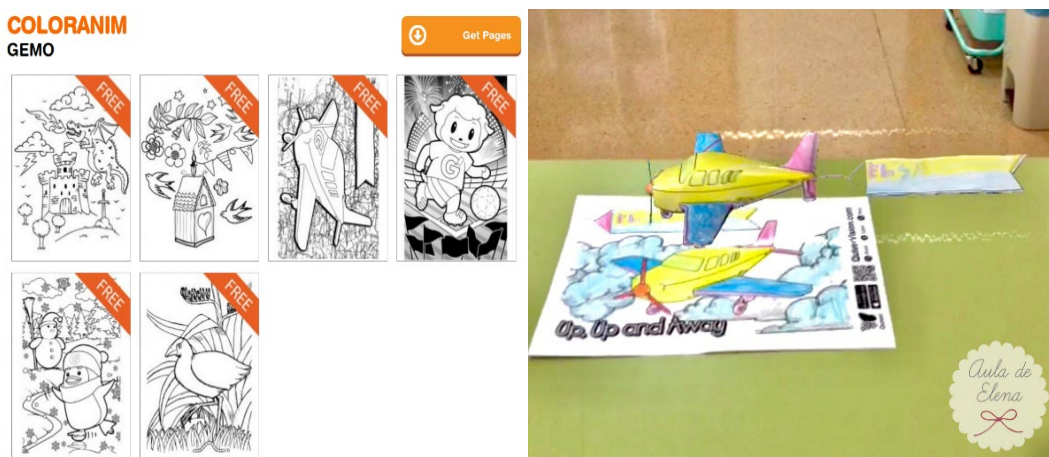


Imagen 15. Papel y animación 3D de Quiver
(Fuente: <https://images.app.goo.gl/2U68HDnNWvkViv7h8>)

En este momento, los estudiantes pueden hacer clic en un animal o en un objeto en la pantalla, y luego aparece una interfaz llena de palabras para que los alumnos puedan acumular muchas palabras nuevas. Por otro lado, QuiverVision ha desarrollado un nuevo modo con tarjetas de imágenes con preguntas, es decir, cuando los estudiantes ven la animación 3D, también tienen la opción de responderlas, por ejemplo, cuando un objeto cambia repentinamente el color, se muestra una gran cantidad de vocabulario, luego deben contestar las preguntas de opción múltiple, y elegir la respuesta correcta. Este modelo fortalece en gran

medida la interacción entre la aplicación y los estudiantes (véase las Imágenes 16 y 17).



Imagen 16. Tarjetas de imágenes con preguntas
(Fuente: https://www.youtube.com/watch?v=_bNQW7P3SbA)

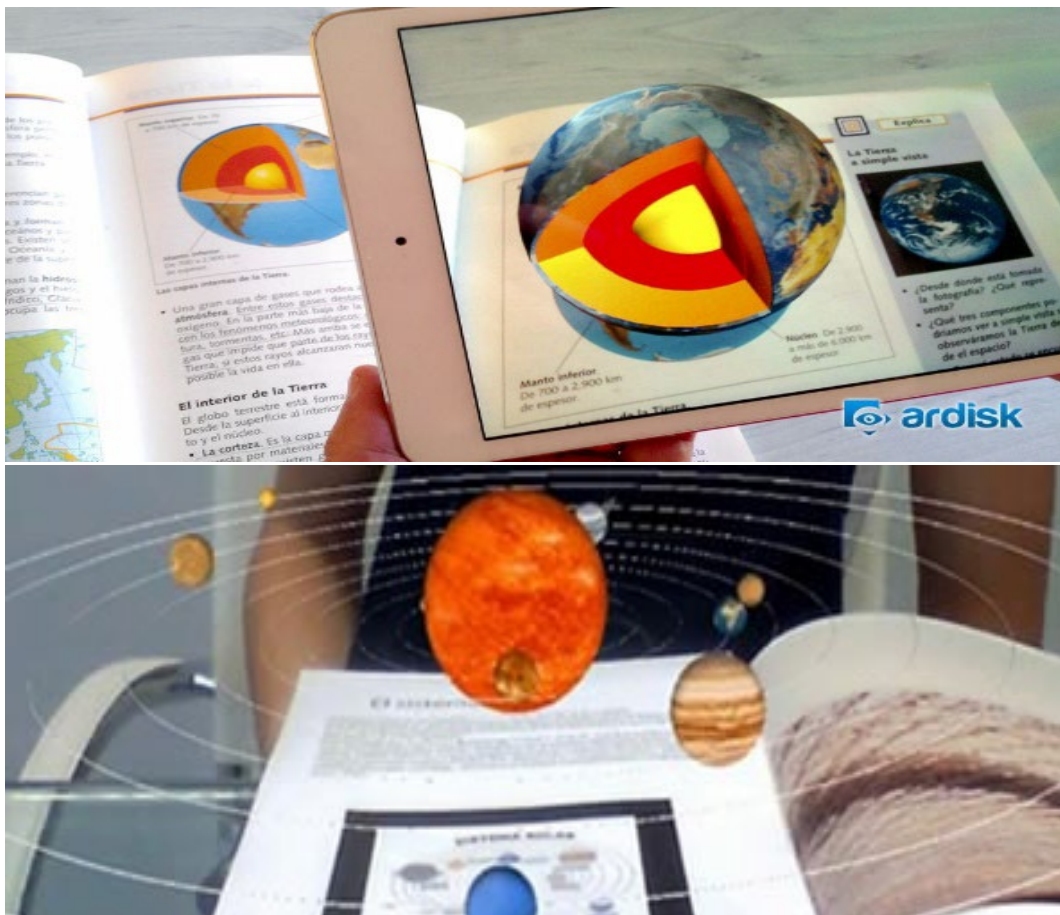


Imagen 17 Campos de QuiverVision
(Fuente: <https://images.app.goo.gl/LHp9r3P8pauYmQNGA>)

4.3. Magic Book

El siguiente recurso que analizamos es Magic Book, una interfaz de realidad mixta que utiliza un libro real para transportar a los usuarios sin problemas entre la realidad y la virtualidad. Se utiliza un método de seguimiento basado en la visión con el fin de superponer los modelos virtuales en las páginas de los libros reales, creando una escena de la realidad aumentada (RA). Cuando los usuarios ven una escena de RA que les interesa, pueden sumergirse dentro de ella y experimentarla como una realidad virtual (RV) inmersiva. La interfaz también admite la colaboración de múltiples escalas, lo que permite que varios usuarios experimenten el mismo entorno virtual, ya sea desde una perspectiva egocéntrica o exocéntrica. (Billinghurst, Kato y Poupyrev, 2001) (véase la Imagen 18).



Imagen 18 Diagrama de Magic Book

(Fuente: <https://images.app.goo.gl/erEBMLmBSwDAn6E6A>)

La aplicación del Magic Book utiliza libros en formato *normal* como objeto principal de la interfaz. Las personas pueden pasar las páginas de estos libros, mirar las imágenes y leer el texto sin ninguna tecnología adicional. Sin embargo, si miran el libro a través de una pantalla de RA ven modelos virtuales en 3D que aparecen en las páginas. Los modelos aparecen adjuntos a la página real para que los usuarios puedan ver la escena de RA desde cualquier perspectiva simplemente moviéndose ellos mismos o el libro. Y los modelos pueden ser de

cualquier tamaño y también están animados, por lo que la vista de RA es una versión mejorada de un libro tradicional en 3D. Los usuarios pueden cambiar los modelos virtuales simplemente pasando las páginas del libro y, cuando ven una escena que les gusta particularmente, pueden sumergirse en la página y experimentarla como un entorno virtual inmersivo. En la vista de realidad virtual, pueden moverse libremente por la escena e interactuar con los personajes de la historia. Por lo tanto, los usuarios pueden experimentar el continuo completo realidad-virtualidad (Billinghurst, Kato y Poupyrev, 2001) (véase la Imagen 19).

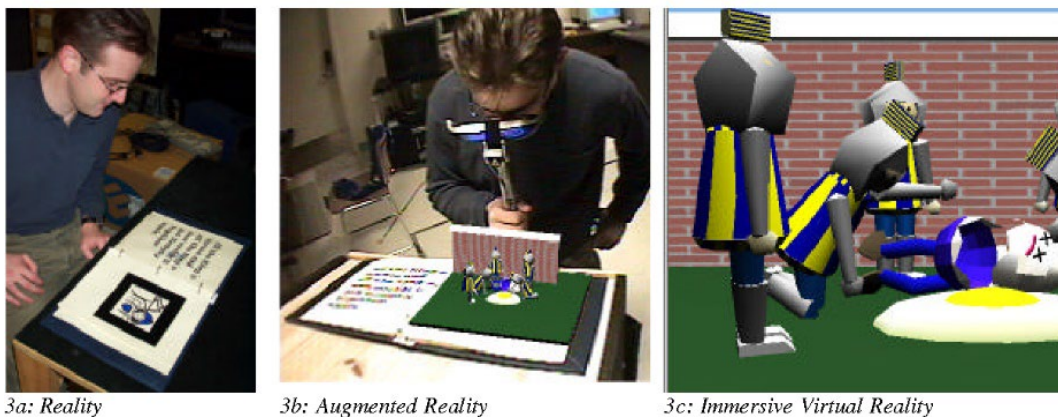


Imagen 19 Esquema de Magic Book

(Fuente: <https://images.app.goo.gl/NMVWMe7w5dreEC7x6>)

Desde nuestro punto de vista, para aprender un idioma extranjero es extremadamente importante comprender la historia, la cultura y el folclore social del país. Esta es también la razón de que en muchas escuelas de pregrado se han abierto este tipo de cursos para aprender la microestructura del idioma (como fonética, gramática, semántica, lingüística diacrónica, etc.) Los estudiantes pueden leer a través del Magic Book en casa o en el aula de clase, lo que mejora sus habilidades de lectura y escritura mientras comprenden el trasfondo cultural. Si encuentran oraciones largas y difíciles de entender, los alumnos también pueden usar los cómics de la izquierda con el fin de ayudarse. Y cuando miramos el Magic Book de forma inmersiva podemos encontrar que el texto y la animación están vivos, leyendo en una atmósfera distendida y alegre,

lo que mejora enormemente nuestro interés por la lectura y la eficiencia del aprendizaje (véase la Imagen 20).



Imagen 20. Modelo de Magic Book

(Fuente: <https://images.app.goo.gl/GiY3VAcqNnPuEzgF6>)

El Magic Book también tiene diferentes versiones según los diferentes niveles de aprendizaje de los estudiantes. Por ejemplo, para los principiantes, el contenido del libro es fundamentalmente una variedad de los cuentos o fábulas tradicionales. Con la ayuda de las pantallas de los teléfonos móviles, las tabletas y las otras tecnologías de RA, los estudiantes pueden ver animaciones en 3D adaptadas a las historias mientras leen el texto (véase la Imagen 21).

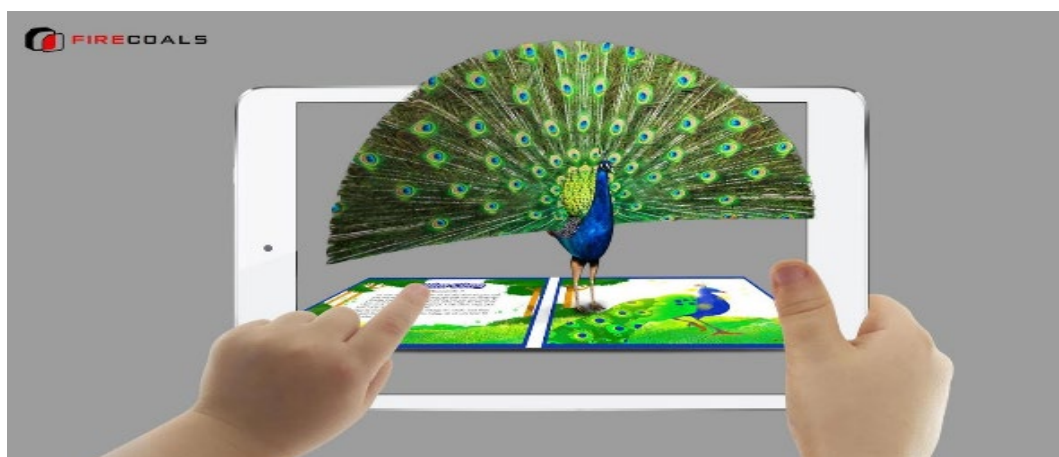


Imagen 21. Edición de enseñanza primaria de Magic Book

(Fuente: <https://images.app.goo.gl/zZcJNSEYmx858W2f7>)

Para los estudiantes que tienen un nivel de aprendizaje más avanzado, el contenido de los libros incluye cada vez más texto y los efectos de animación 3D son cada vez más grandiosos y elaborados. Al mismo tiempo, el contenido del texto incluye la historia, la cultura, aspectos de la sociedad, del folklore, etc. Incluso abarcan muchas obras literarias, desde Shakespeare a Cervantes. El texto vívido y el rico contenido mejoran en gran medida la legibilidad y comprensión de los estudiantes (véase la Imagen 22).



Imagen 22. Edición de enseñanza superior de Magic Book
(Fuente: <https://images.app.goo.gl/xDHYC8tQotWSmgQi8>)

Magic Book supone un importante valor pedagógico por su tecnología y la gran atracción que genera. Además de la enseñanza de idiomas, el continuo desarrollo de la RA también ha aparecido en diversos campos, como la botánica, la astronomía y las ciencias espaciales. Anteriormente mencionamos las aplicaciones de AR Flashcards, Quiver y otros softwares combinados con RA. Nos permiten conocer e incluso dominar el vocabulario básico. No hay duda de que Magic Book ha sublimado aún más nuestros conocimientos.

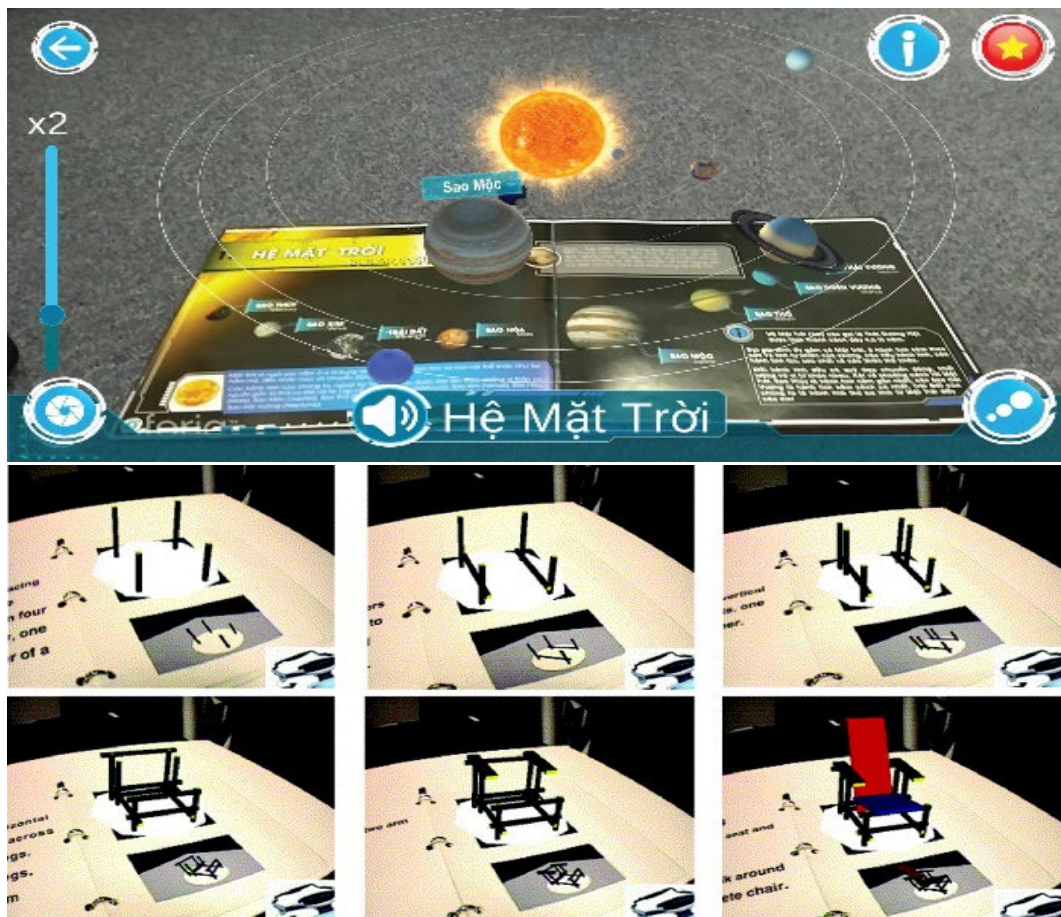


Imagen 23. Campos de Magic Book
(Fuente: <https://images.app.goo.gl/jzxx3Cr7ndTqyR437>)

De lo anterior se desprende que el uso de la tecnología de RA ha ayudado y facilitado enormemente el proceso de enseñanza y aprendizaje, y ha aportado una gran comodidad.

4.4. JigSpace

El siguiente recurso que proponemos es JigSpace⁴, desde nuestra opinión, el mejor y más exitoso software de RA hasta el momento. No sólo porque tiene potentes y ricas características, sino porque también es el más adecuado para el área de la educación, como veremos. Una de las razones de nuestra opinión es porque permite crear modelos 3D de acuerdo con nuestros propios objetivos de enseñanza y, al mismo tiempo, permite añadir cuadros de texto, archivos de

⁴ Disponible en <https://www.jig.space/>

audio, animaciones y otros recursos. Esta aplicación está disponible para iOS (el sistema operativo de Apple) y, recientemente, también para el sistema operativo de Xiaomi. Se prevé que irán ampliando la adaptabilidad a otros sistemas operativos.

Esta aplicación educativa proporciona una base de conocimientos en la que cada *Jig* es una demostración en 3D del funcionamiento de las cosas cotidianas, explicada de forma sencilla y visualizada con tecnología de realidad aumentada o realidad virtual. JigSpace se utiliza ahora, sobre todo, en ventas y en *marketing* pero, de un tiempo a esta parte, la aplicación se está introduciendo en la educación. Muchas escuelas están empezando a utilizar la tecnología de RA en las clases, lo que proporciona recursos que facilitan y mejoran el aprendizaje. Por ejemplo, los alumnos pueden observar el corazón humano, el sistema solar, los inventos y un sinfín de objetos, desde varios ángulos y así aprender más conocimientos nuevos de una forma más significativa.

El software está dividido en tres módulos principales: *Explorar*, *Crear* y la *Comunidad*. En *Explorar*, el software proporciona numerosas plantillas para trabajar diferentes áreas (véase la Imagen 24). Los alumnos pueden utilizarlas como autoestudio en función de sus propios intereses, o el profesor puede utilizarlas en clase como recurso para que los estudiantes aprendan de forma más eficiente y motivadora. En el apartado *Crear*, los alumnos pueden crear sus propias plantillas buscando en diversos materiales, o los profesores pueden crear plantillas que cumplan los objetivos didácticos según sus propósitos educativos. Además, los profesores también pueden crear plantillas más específicas según el nivel de dificultad del contenido, el nivel de conocimientos de los alumnos y los contenidos deseados (véase la Imagen 25). En el apartado *Comunidad* la aplicación ofrece una serie de tutoriales sobre cómo utilizar o crear una plantilla (véase la Imagen 26). Los estudiantes pueden seguir estos tutoriales y, si tienen alguna duda, también pueden preguntarla en la *Comunidad* y suelen

obtener una respuesta acertada muy rápidamente.

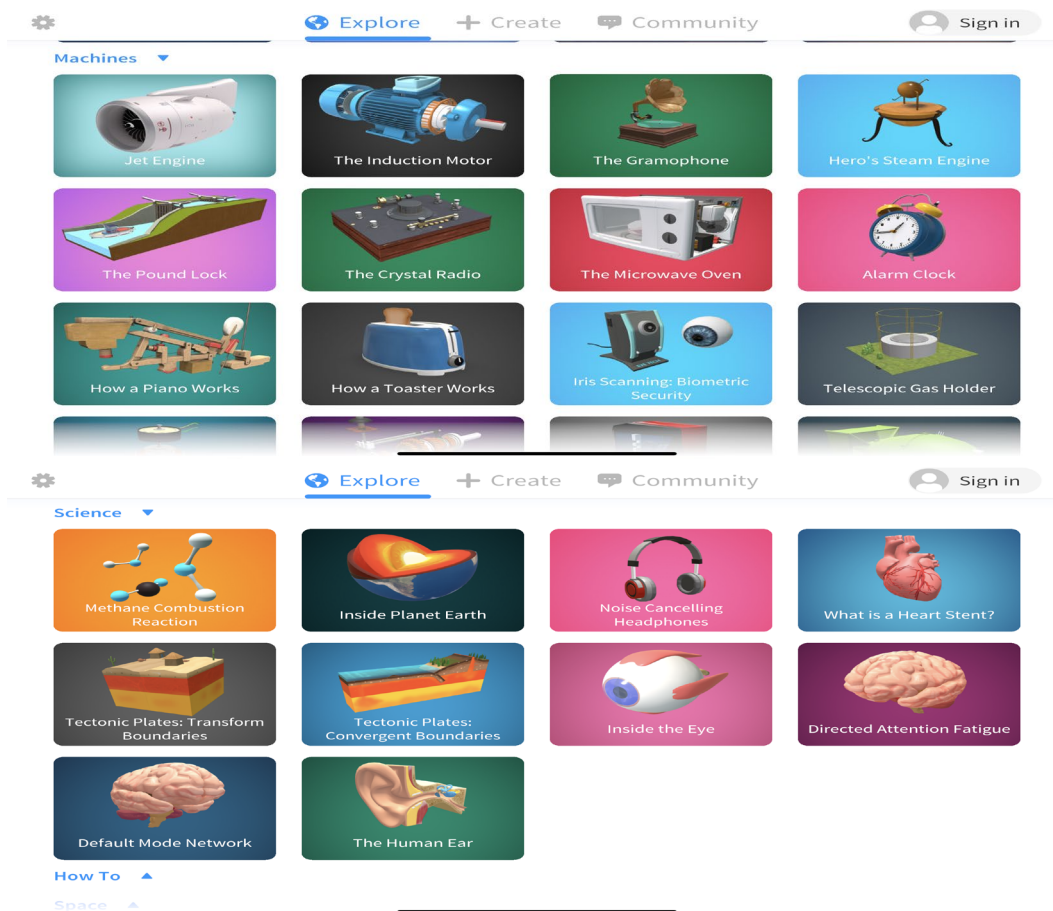
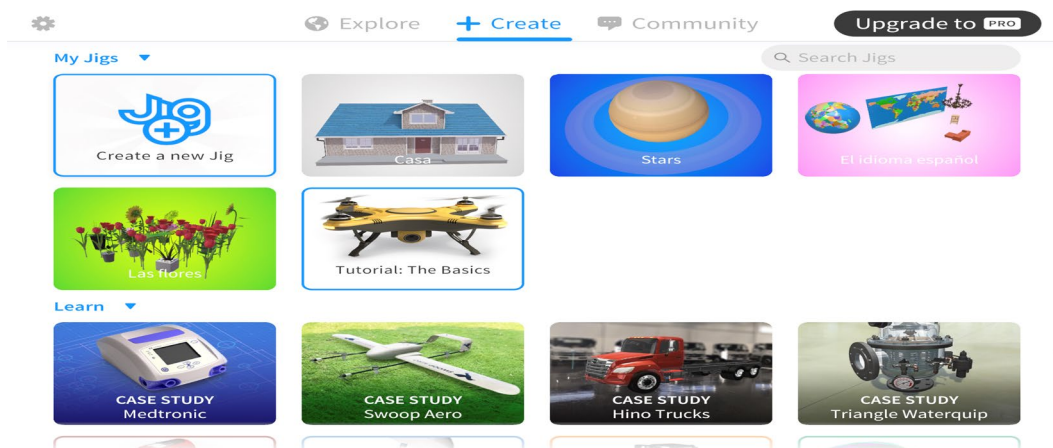


Imagen 24. *Explore* de JigSpace
(Fuente propia)



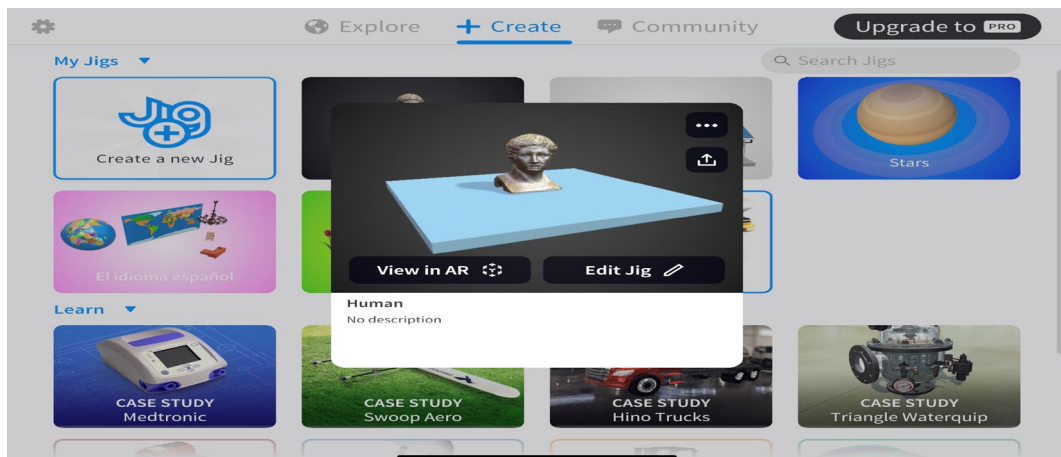


Imagen 25. Create de JigSpace
(Fuente propia)

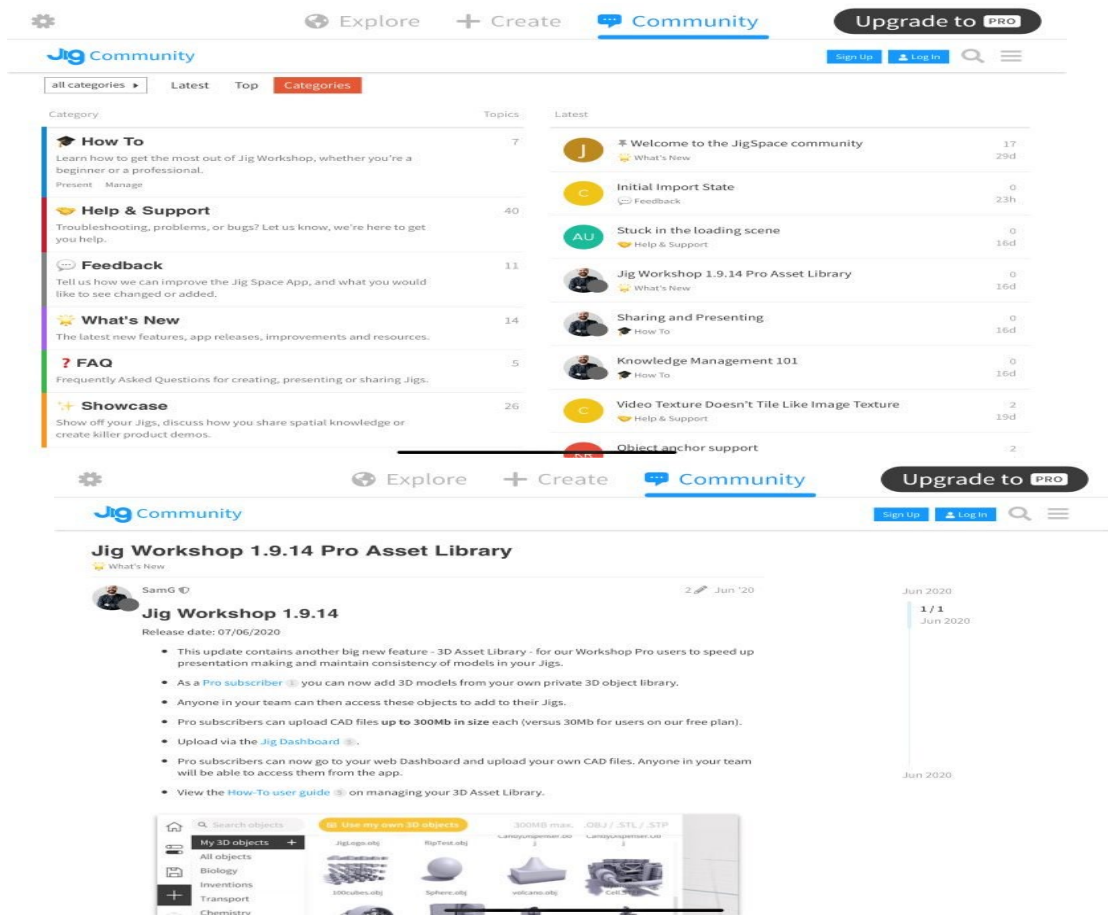


Imagen 26. Community de JigSpace
(Fuente propia)

A continuación, nos centraremos en qué utilidades de esta aplicación son provechosas para el aprendizaje de un idioma extranjero y cómo un docente o un estudiante debería utilizar este software para enseñar-aprender el idioma. En

primer lugar, se debe abrir cualquiera de los *Jigs* de interés en la página de inicio y debe seleccionar *Ver en AR* (véase la Imagen 27). Seguidamente, tras entrar, el modelo animado del *Jig* puede aparecer de forma vívida y tridimensionalmente ante nuestros ojos en dos sencillos pasos (véase la Imagen 28). Si hay un objeto en el modelo cuyo nombre no sabemos decir en un idioma extranjero, podemos pulsar sobre el objeto en el modelo e inmediatamente aparecerá un cuadro en la pantalla (véase la Imagen 29), en el que aparecerá el vocabulario extranjero correspondiente. A través de este proceso, los alumnos pueden adquirir más vocabulario, y este paso puede realizarse de forma independiente o en pequeños grupos (el modelo cooperativo es más probable que estimule el deseo de explorar de los alumnos). Al mismo tiempo, debajo del modelo suele aparecer un texto narrativo o explicativo (normalmente no muy largo) (véase la Imagen 30), que los alumnos pueden leer para conocer mejor el contexto y ampliar su base de conocimientos, así como para aumentar su comprensión lectora y mejorar otros aspectos lingüísticos, como la gramática.

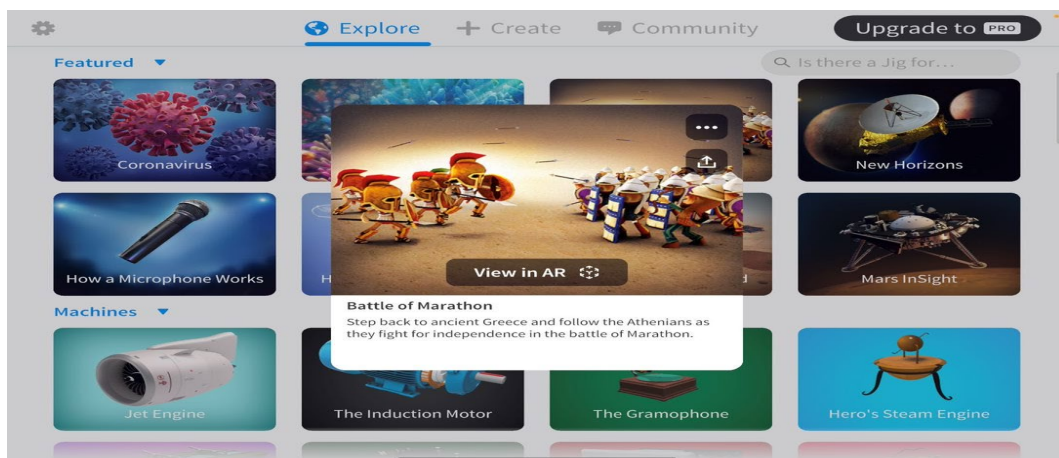




Imagen 27. *View in AR*
(Fuente propia)

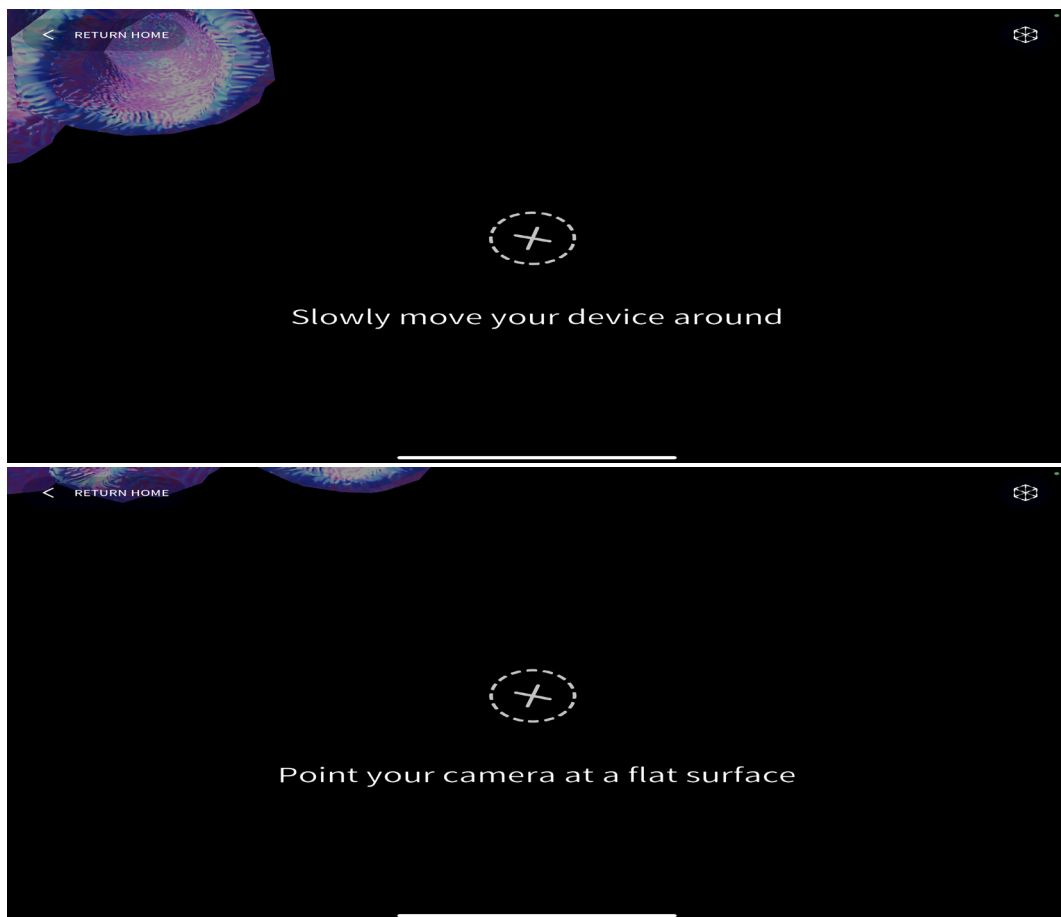


Imagen 28. Marco de opción
(Fuente propia)

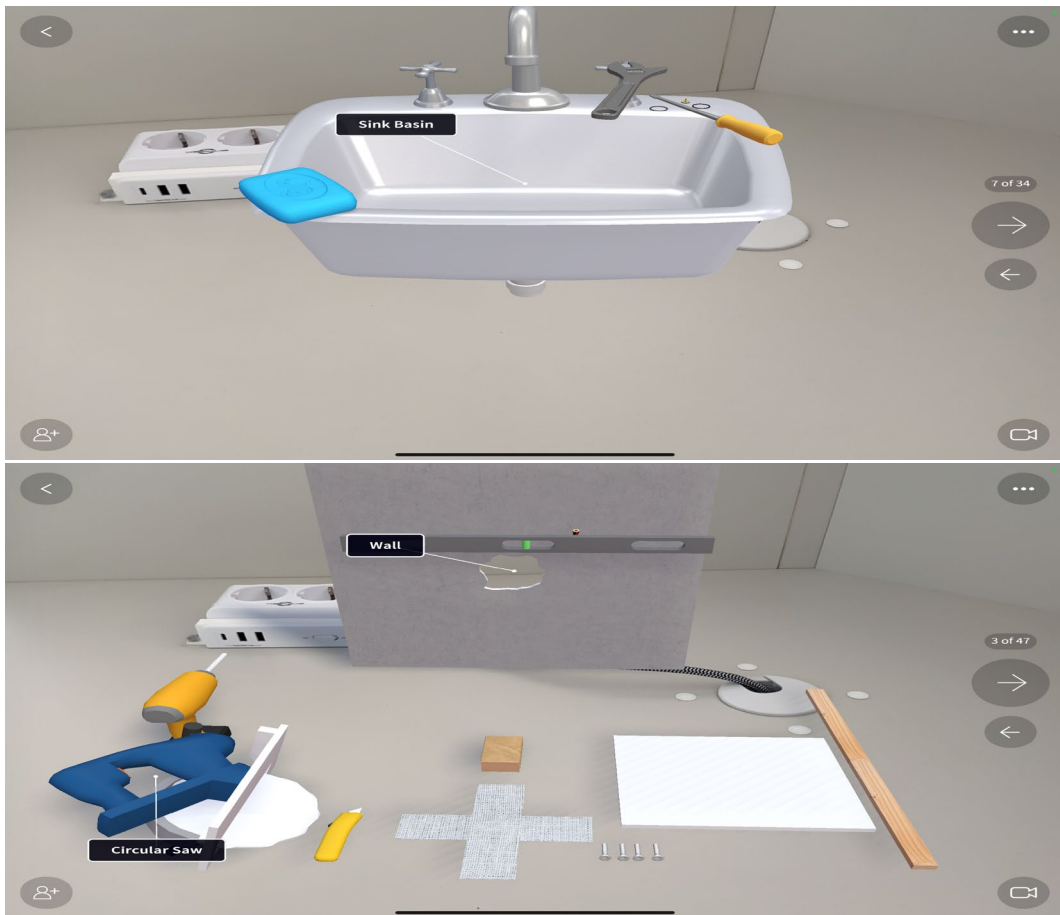


Imagen 29. Animación 3D
(Fuente propia)



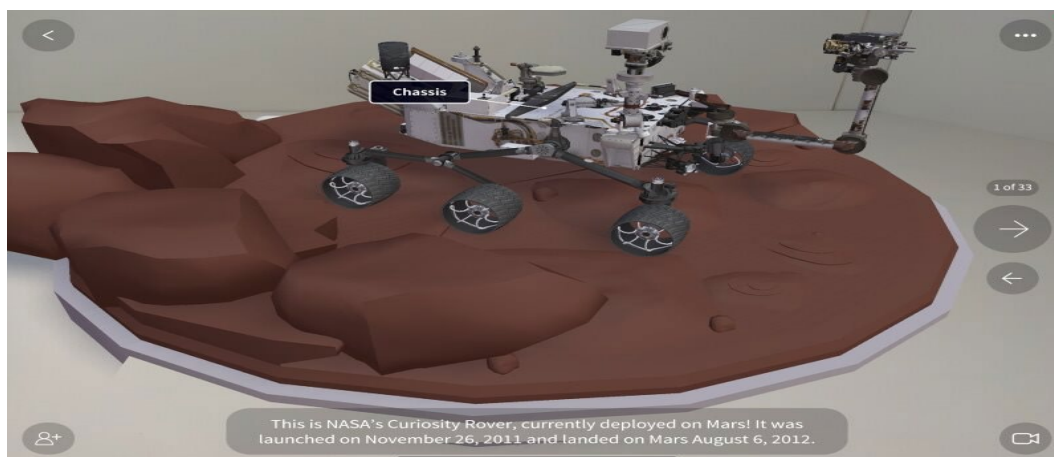


Imagen 30. Texto explicativo

(Fuente propia)

Por otro lado, después de probar muchas plantillas en este software, descubrimos que la mayoría de los modelos vienen con música de fondo, que pensamos que puede, por un lado, atraer la atención de los estudiantes para que se centren más en el modelo y, por otro lado, puede crear rápidamente una sensación de inmersión, para que los estudiantes puedan entrar rápidamente en las escenas predefinidas, e inadvertidamente también puede aumentar su aceptación del contenido.

Esta serie de operaciones demuestra que, por un lado, la aplicación es muy adecuada para que los estudiantes aprendan por su cuenta, y que el proceso es sencillo, casi independiente del tiempo y del espacio, lo que resulta muy útil para los estudiantes que aprenden un idioma.

Por otro lado, también proporciona una gran versatilidad para la labor docente del profesor. Hay muchas opciones en el menú, en el lado derecho del modelo (véase la Imagen 31) que permiten a los profesores moverse, acercarse y alejarse de la imagen, combinar la imagen 3D interactiva y la RA, para dar a los estudiantes una visión más clara, real y tridimensional sobre la información proporcionada. Además, la aplicación cuenta con funciones de grabación de audio y vídeo, situadas en la parte inferior izquierda y derecha de la pantalla (véase la Imagen

32). El profesor puede grabar los puntos clave de la lección para los alumnos durante o después de la clase puedan volver a escuchar las explicaciones del profesor, tantas veces como lo necesiten, lo cual es una gran ayuda y comodidad para los alumnos.

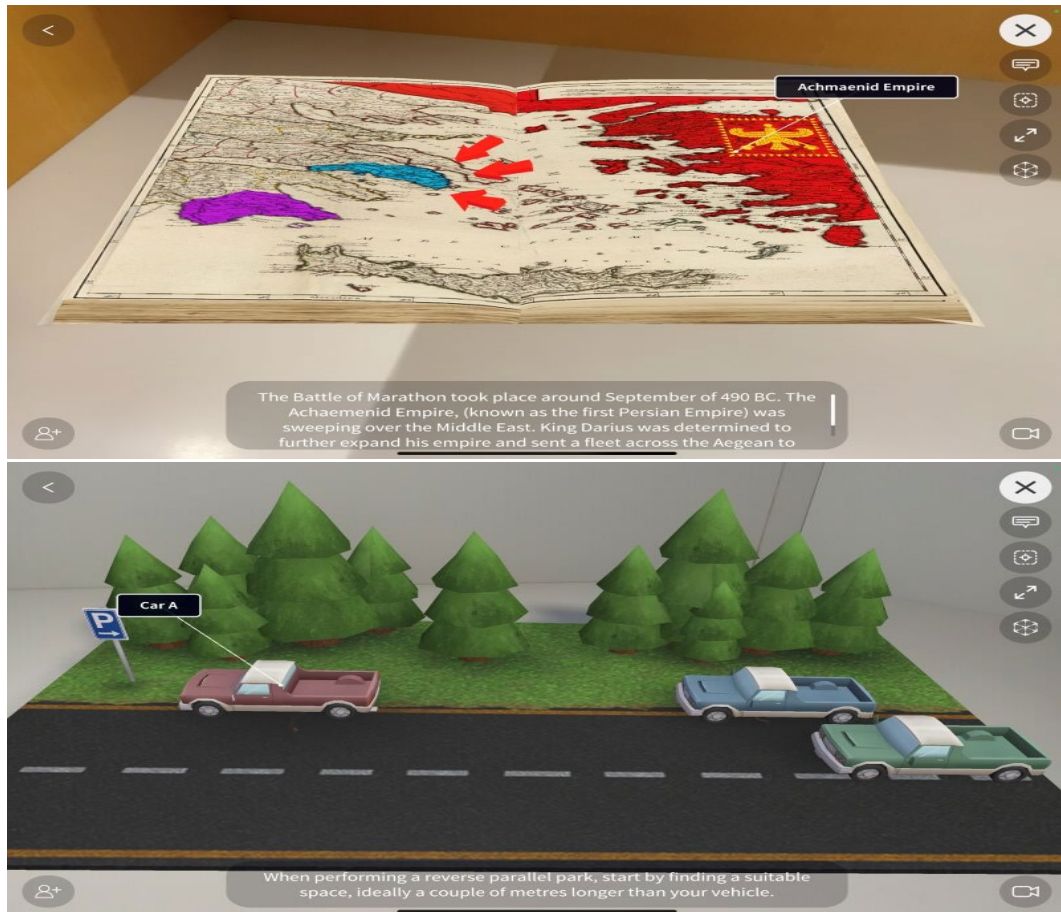
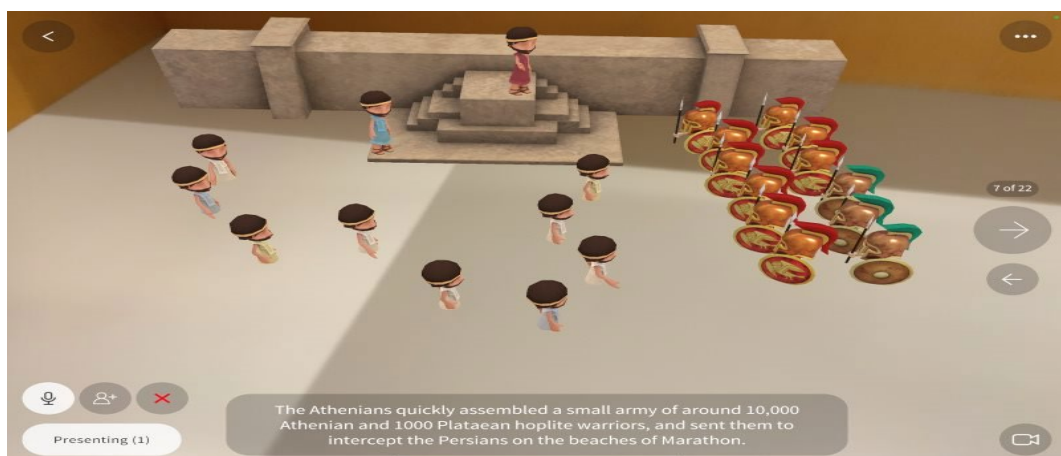


Imagen 31. Botones de JigSpace

(Fuente propia)



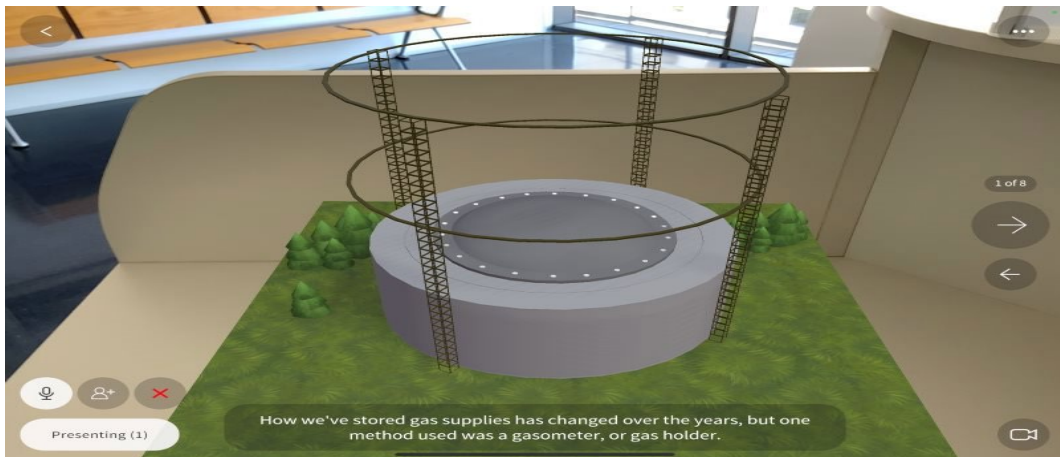
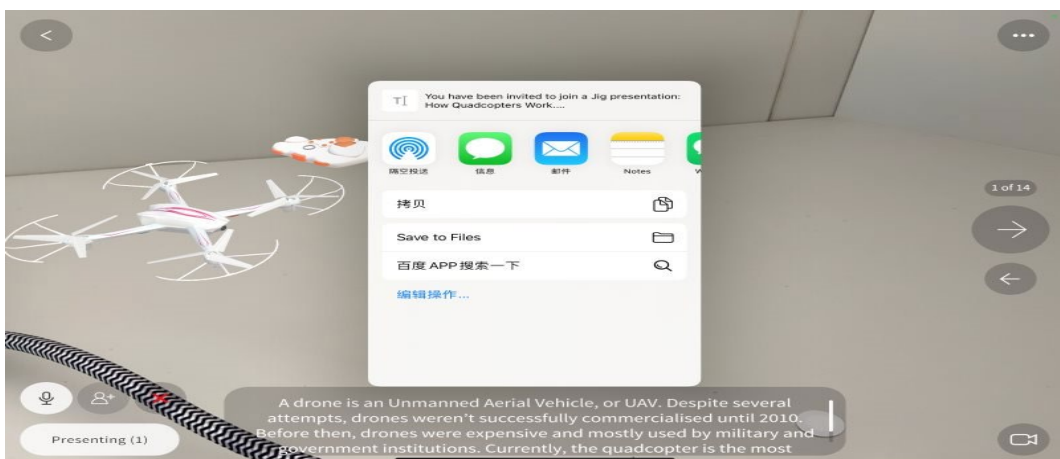


Imagen 32. Grabación de audio y vídeo
(Fuente propia)

Por último, al final de la lección, el profesor puede hacer clic en el botón de la parte inferior izquierda (véase la Imagen 33) para generar un enlace de la lección y compartirla por correo electrónico, por Wechat o por Whatsapp para ofrecer a los estudiantes una forma de revisar la lección más tarde. Además, si los profesores quieren, pueden compartir el material en plataformas públicas como YouTube, Twitter u otras redes sociales, para que más personas puedan beneficiarse de estas actividades.



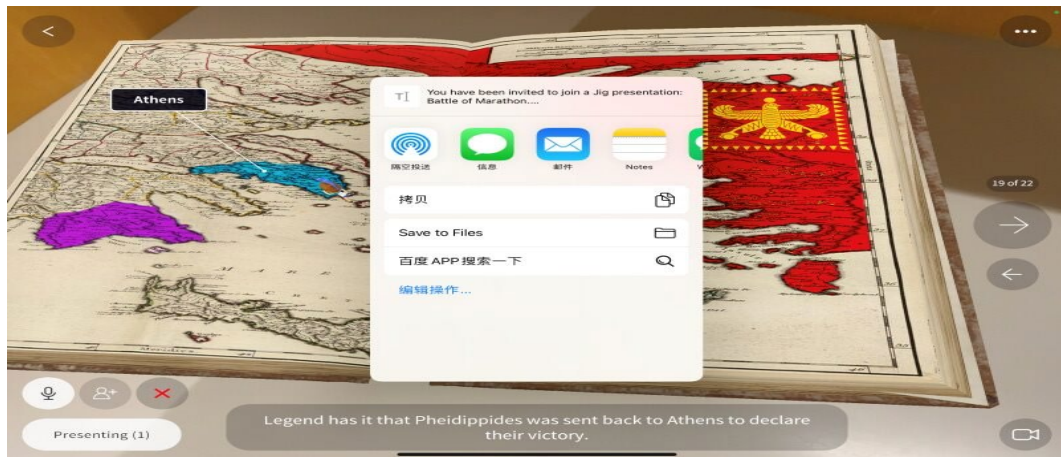


Imagen 33. Botón de compartirlo
(Fuente propia)

A continuación, pasamos a explicar la propuesta de uso de la herramienta *Explorar y Crear*. Para explicar con más detalle cómo utilizar esta sección para terminar el plan de estudios, daremos tres ejemplos de actividades didácticas. La primera se denomina *Coral Reef*. Se necesitará un aula informática equipada con iPad. Los profesores pedirán a los estudiantes que abran el modelo *Coral Reef* a través del *iPad*, tal y como se ha descrito anteriormente (véase la Imagen 34), y los alumnos podrán ajustar la distancia del modelo a voluntad o hacer clic en una parte del modelo para aprender nuevo vocabulario como *Crown-of-thorns Starfish*, *Blue Spotted stingray*, etc. Este proceso ayudará a los estudiantes a aumentar su caudal léxico.

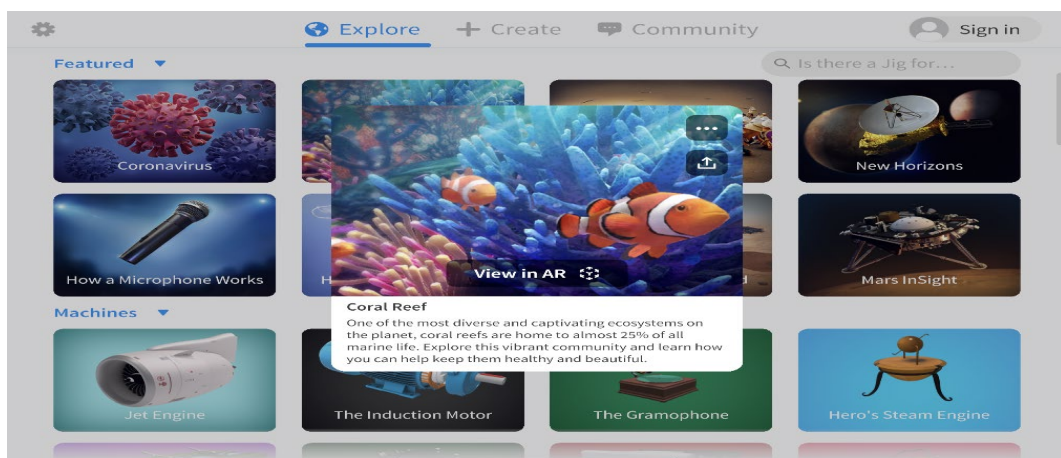


Imagen 34. Modelo de *Coral Reef*
(Fuente propia)

En segundo lugar, los alumnos tienen que leer el texto que acompaña al modelo (véase la Imagen 35), y mediante este paso pueden mejorar sus habilidades de lectura, así como aprender nueva gramática, como en la frase, *Due to pollution, the Crown-of-thorns starfish population has boomed*. Los alumnos pueden aprender el uso de las cláusulas adverbiales además de muchos conocimientos sobre el océano, sobre educación ambiental y ecología.

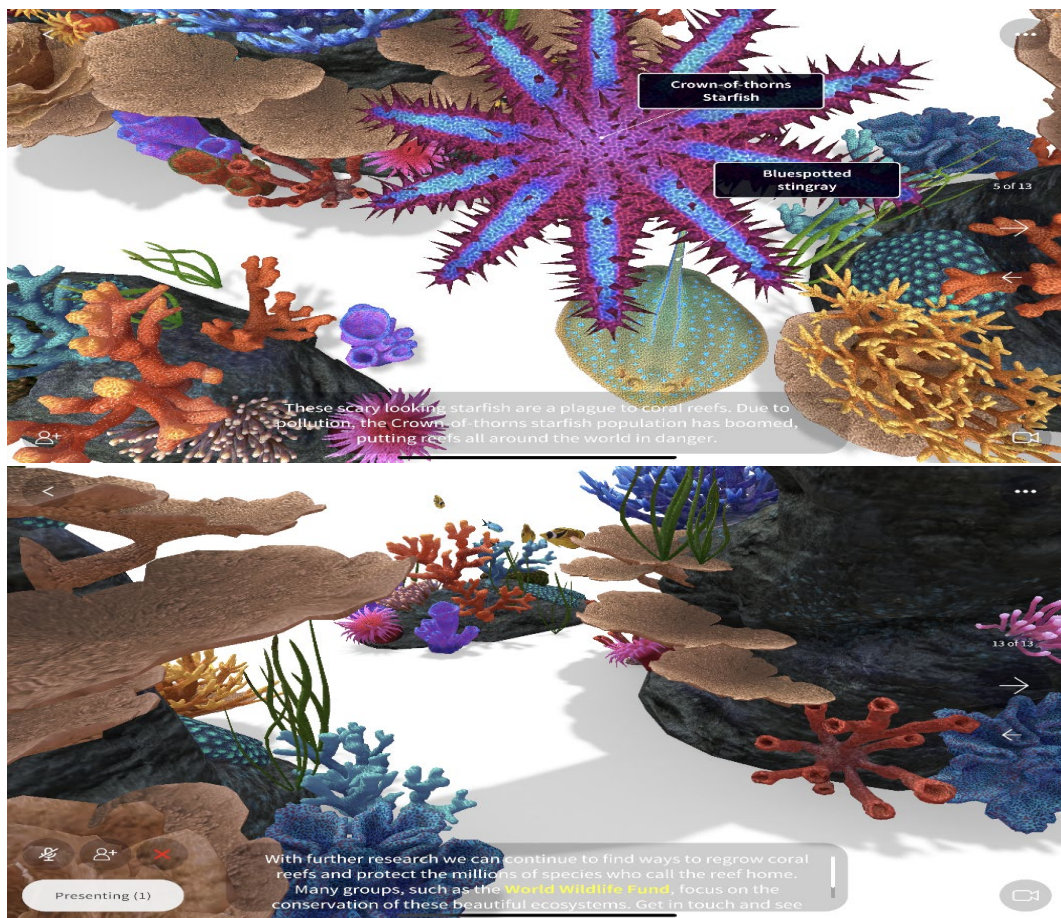


Imagen 35. Texto narrativo

(Fuente propia)

A continuación, el profesor enviará a los alumnos un enlace compartido a un documento de *Google* y les sugerirá que anoten en el documento compartido las dificultades que encuentren, los puntos nuevos que aprendan y lo que consideren importante. Posteriormente, el profesor compartirá este documento en la pantalla frente a la clase para que todos puedan discutirlo y estudiarlo

juntos. El aprendizaje colaborativo siempre es muy provechoso y motivador.

Por último, el profesor creará una Tarea de imitación de frases utilizando la gramática y la sintaxis aprendidas en esta lección, como las cláusulas adverbiales de tiempo, el pretérito indefinido, etc., escribiendo 5 frases por cada punto gramatical. De este modo, los alumnos consolidan lo que han aprendido en esta lección y, al mismo tiempo, mejoran sus habilidades de escritura al realizar los ejercicios. Si los estudiantes tienen problemas, pueden enviar un correo electrónico a los profesores en cualquier momento y ellos les responderán cuidadosamente.

La siguiente actividad propuesta se denomina *D-Day Landing*. El modelo se centra en la historia y la cultura del país donde se habla la lengua, por lo que el texto que aparece debajo del modelo es una narración cronológica de determinados acontecimientos (véase la Imagen 36). El texto está claramente organizado y el modelo está animado para que los alumnos puedan entender la historia de forma más visual, más fácil y más realista.



Imagen 36. Texto de evento importante
(Fuente propia)

En primer lugar, en el aula el profesor proyectará el modelo que aparece en el monitor de RA (véase la Imagen 37). Seguidamente pedirá a los estudiantes que

lean en voz alta el texto que se encuentra debajo del modelo, en el texto hay algunas preguntas con el fin de desarrollar sus capacidades de lectura y expresión oral. Si los alumnos pronuncian mal el texto, el profesor debe corregirlos inmediatamente en clase y modelar la lectura del texto.

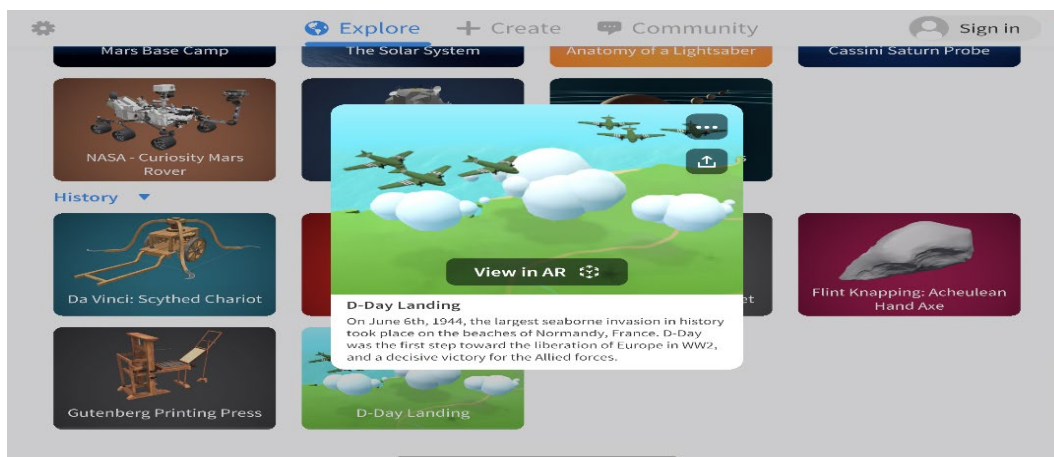


Imagen 37. Modelo de *D-Day Landing*

(Fuente propia)

Posteriormente, debido a que el modelo animado de la clase de historia abarca una amplia extensión de años, es más que rico y tiene muchos elementos relacionados, por ejemplo, el *D-Day Landing* se compone de 23 páginas. Por lo tanto, después de que los alumnos lean, el profesor les pedirá que vayan más despacio y vuelvan a leer el texto para asegurar una comprensión completa de los contenidos (véase la Imagen 38). Si hay palabras desconocidas, como *German reinforcements*, *Cherbourg*, *default*, etc., o gramática desconocida, como el uso de las cláusulas adverbiales de lugar en esta frase, *One the night of the invasion, cloud cover had obscured the jump sites over the western drop zones where the American paratroopers were to be deployed*, se trabajarán específicamente. Además, como los textos sobre historia suelen ser textos narrativos, es probable que tengan que aprender conjunciones, preposiciones, adverbios temporales, conectores... del tipo *but*, *as a result*, etc.

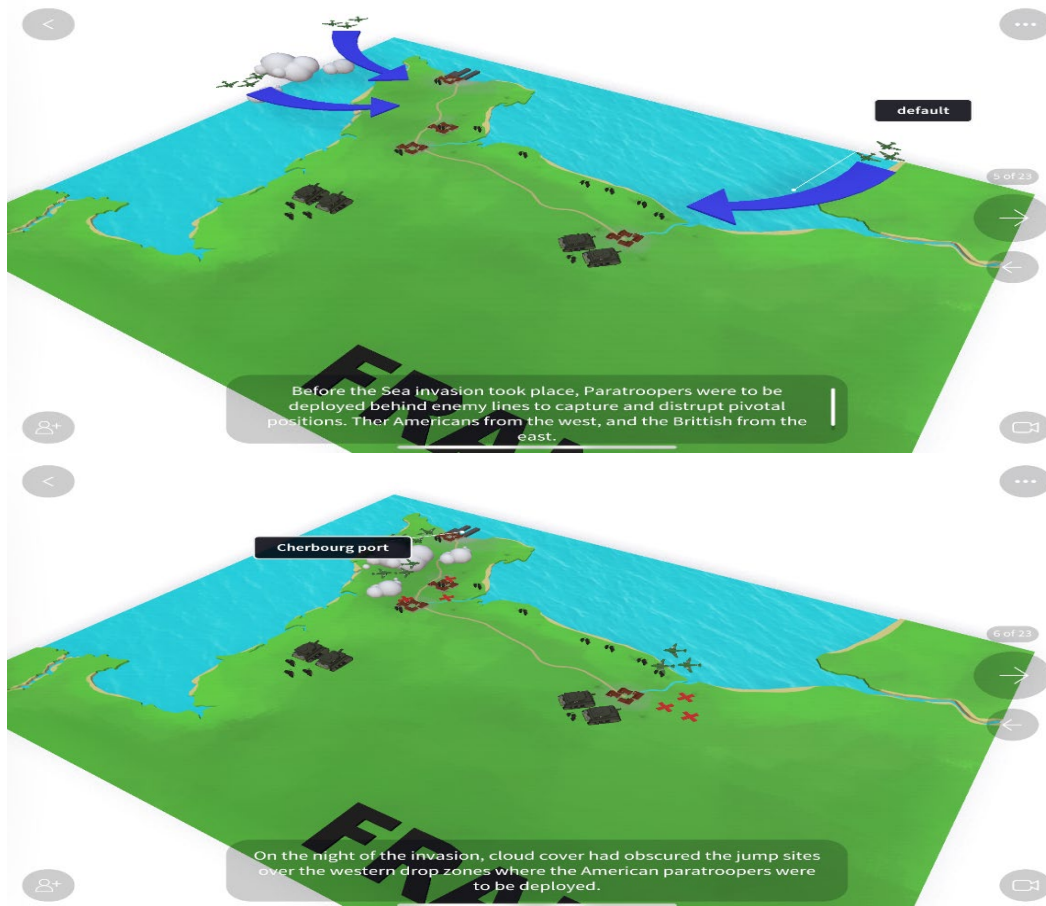


Imagen 38. Texto leído

(Fuente propia)

En tercer lugar, el profesor puede agrupar a los alumnos por orden alfabético, en grupos de cuatro. Uno de los objetivos es que, a través de la discusión en grupo, cada alumno pueda compartir lo que ha aprendido y ampliar lo que ha obtenido de la lección. Otro objetivo es que los grupos utilicen las palabras, la gramática, la sintaxis y las palabras relacionadas aprendidas en la lección para entablar una conversación entre ellos y mejorar aún más su capacidad de expresión oral. El profesor también se unirá al grupo de vez en cuando para corregir los errores que puedan producirse, con el fin de minimizar el número de errores de expresión. En cuarto lugar, el profesor debe buscar el vídeo original sobre esta historia en un repositorio de vídeos como YouTube, con el fin de profundizar en la historia contada y mejorar la capacidad de comprensión oral de los alumnos mientras ven el vídeo original. A fin de que los alumnos puedan repasar la lección

posteriormente, el profesor indicará en clase el enlace a la fuente de vídeo.

Por último, el profesor pedirá a los alumnos que redacten un informe resumido de determinado número de palabras que, por un lado, reforzará lo que han aprendido en la lección y, por otro lado, les permitirá practicar su capacidad de redacción. Después de que los alumnos presenten el informe, el profesor lo corregirá y evaluará en términos de vocabulario, gramática y palabras relacionadas.

La siguiente propuesta didáctica tiene por título *Coronavirus*. A partir de la segunda mitad de 2019, el coronavirus comenzó a arrasarse en todo el mundo, y para que más personas entiendan sobre esta pandemia, JigSpace lanzó este modelo (véase la Imagen 39).

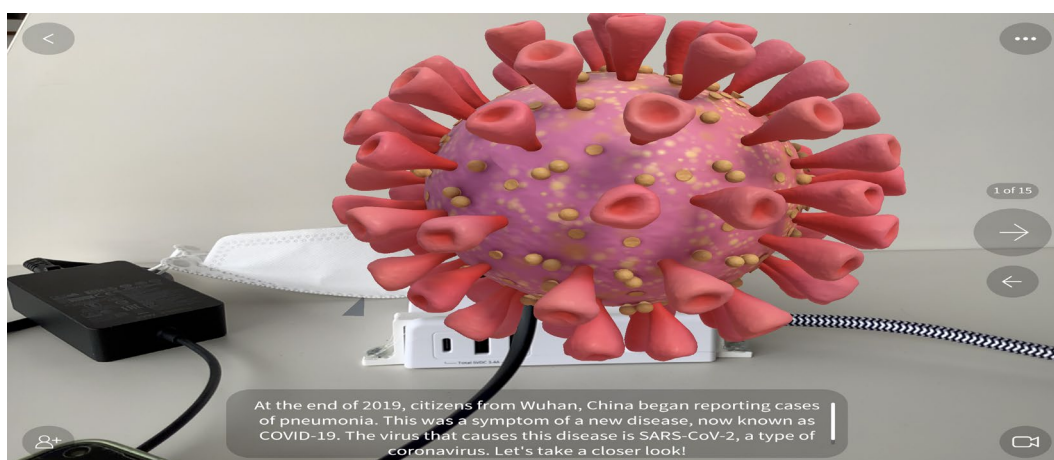


Imagen 39. Modelo de Coronavirus

(Fuente propia)

En primer lugar, en el aula el profesor muestra en una pantalla grande un modelo animado sobre el coronavirus presentado a través de tecnologías interactivas 3D y RA. El profesor propone a los estudiantes que anoten en sus libretas las palabras que aparecen en la pantalla (véase la Imagen 40). Por un lado, estas palabras son términos médicos, palabras a las que los alumnos rara vez, o incluso nunca, han estado expuestos antes y, por otro lado, estas palabras

pertencen al vocabulario actual muy cotidiano, por lo que conocerlas resulta de mucha utilidad en el momento actual.

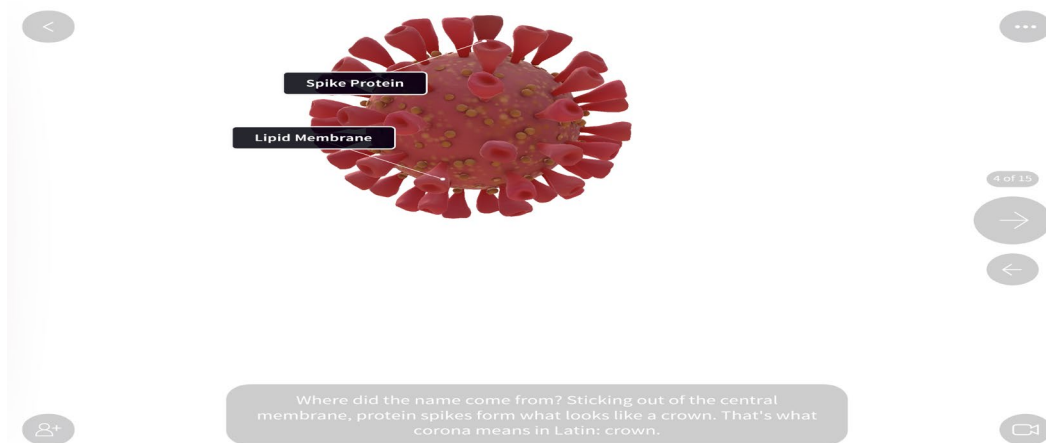
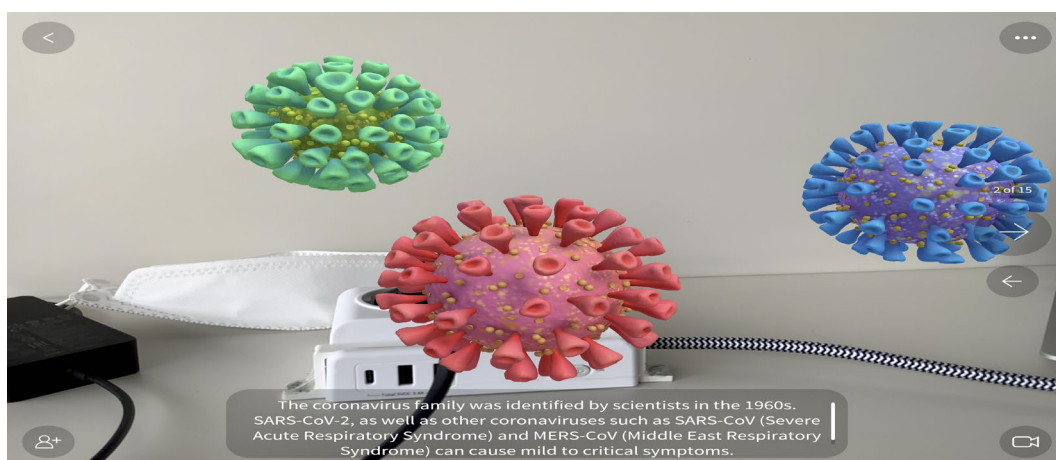


Imagen 40. Glosario médico
(Fuente propia)

En segundo lugar, el profesor debe guiar a los estudiantes para que lean el texto que aparece debajo del modelo (véase la Imagen 41), en el que pueden conocer la nomenclatura, las variantes y las especulaciones sobre las posibles fuentes del coronavirus, así como descubrir que para este tipo de texto se utilizan, mayoritariamente, el presente indicativo y el presente perfecto al describir la situación actual.



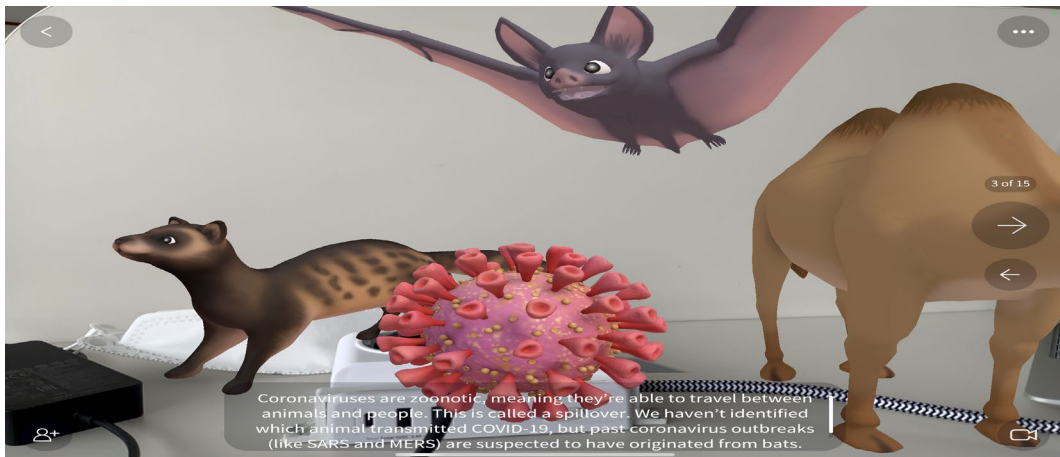


Imagen 41. Texto explicativo

(Fuente propia)

Por otra parte, además de conocer los antecedentes del coronavirus y las políticas de prevención y control adoptadas por varios países ante el surgimiento del brote y su eficacia para combatirlo, es sumamente importante saber cómo es la transmisión del virus y las medidas de prevención y control. Seguidamente, el profesor utilizará la función de grabación de audio y vídeo de JigSpace para centrarse en la explicación y el registro de los conocimientos sobre este aspecto de la prevención y el control (véase la Imagen 42). Además, como el audio y el vídeo grabados están en la lengua objeto de estudio, servirá para mejorar la comprensión oral de los estudiantes, y éstos también pueden utilizar las palabras que oyen y aprenden en su vida diaria, y comunicarse entre sí, lo que también es una forma muy eficaz de mejorar la capacidad de expresión oral.





Imagen 42. Grabación de audio y vídeo
(Fuente propia)

Por último, al final de la lección, el profesor pedirá a los alumnos que hagan una presentación en PowerPoint, por ejemplo, que integrará todo el vocabulario, la gramática, la sintaxis, las palabras relacionadas, las expresiones comunes y los conocimientos culturales de fondo aprendidos en la lección. Dicha presentación se expondrá en el aula en un momento determinado en el futuro, con el fin de mejorar la comprensión oral, la comprensión escrita, la expresión escrita y la expresión oral de los alumnos.

La siguiente propuesta didáctica se elabora a partir de la herramienta *Crear Jig*. Empezaremos por analizarla desde la perspectiva del profesor. Este es el responsable del diseño de la plantilla y puede guiar a los alumnos en su proceso de aprendizaje. Además, puede adaptarla según las necesidades específicas de sus alumnos.

Desde la perspectiva de los estudiantes, estos serán organizados por parte del profesor para que diseñen *Jig* en grupos, desarrollando así sus habilidades de aprendizaje activo y cooperativo. Los alumnos deberán consultar muchos materiales relevantes en el proceso de diseño y tendrán que conceptualizar y exportar constantemente su base de conocimientos para editar los puntos. Esto

mejorará aún más la capacidad de la comprensión escrita, la expresión escrita, la expresión oral y la comprensión oral, así como el interés.

El proceso de creación de una plantilla es muy sencillo. Cuando entramos en la pantalla *Create*, hacemos clic en *Create a new Jig* en *My Jigs* (véase la Imagen 43) y nos lleva a una plataforma virtual (véase la Imagen 44) donde podemos realizar diversas operaciones simples o complejas, según el grado de complejidad técnica que queramos emplear.

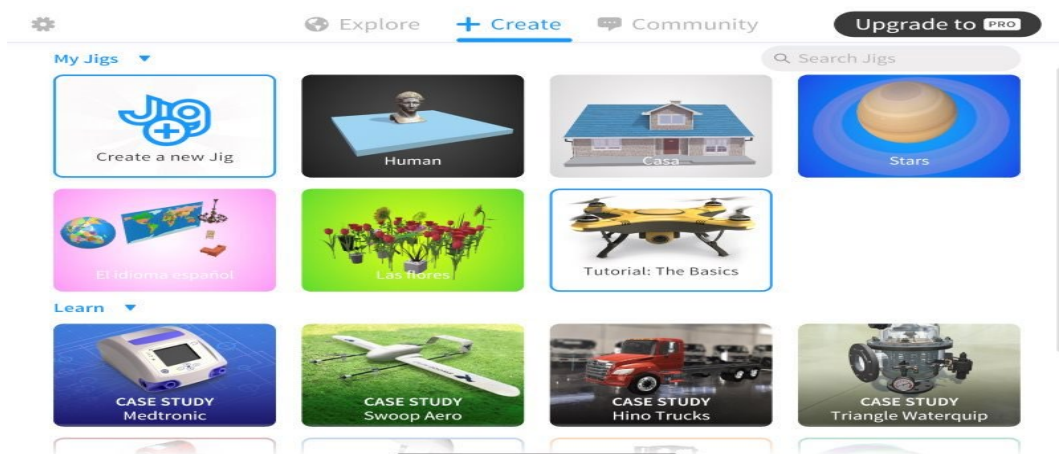


Imagen 43. *Create a new Jig*
(Fuente propia)

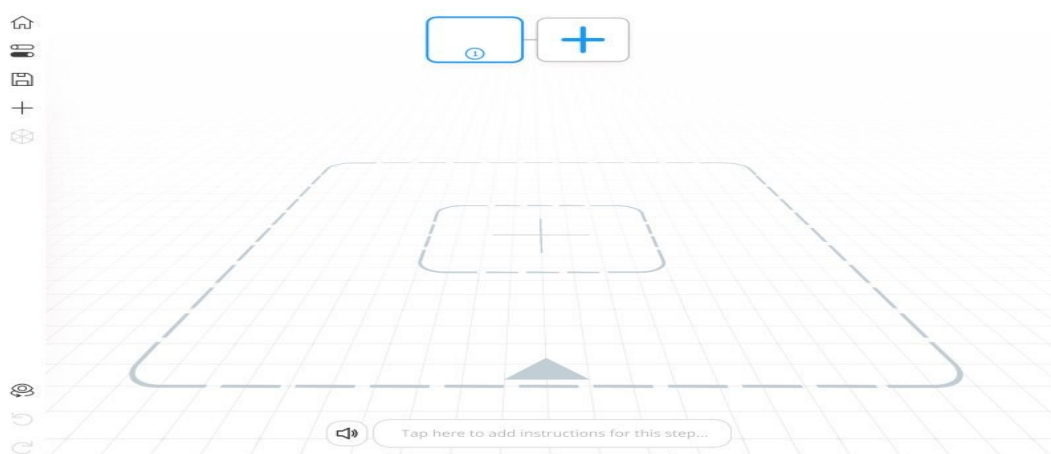


Imagen 44. Plataforma virtual
(Fuente propia)

Después, observaremos que hay muchas opciones en el menú (lado izquierdo), tales como *Inicio*, *Guardar*, *Añadir*, etc. Tendremos que hacer clic en el botón *Añadir* y seleccionar los elementos que queremos insertar (véase la Imagen 45). Por ejemplo, *Plants*, *Home & Furniture*, *Miscellaneous*. Entonces aparecerán en la plataforma donde los vimos por primera vez (véase la Imagen 46), y si queremos seguir añadiéndolos podemos pulsar el símbolo "+" de la parte superior de la pantalla para ir a la siguiente página nueva.

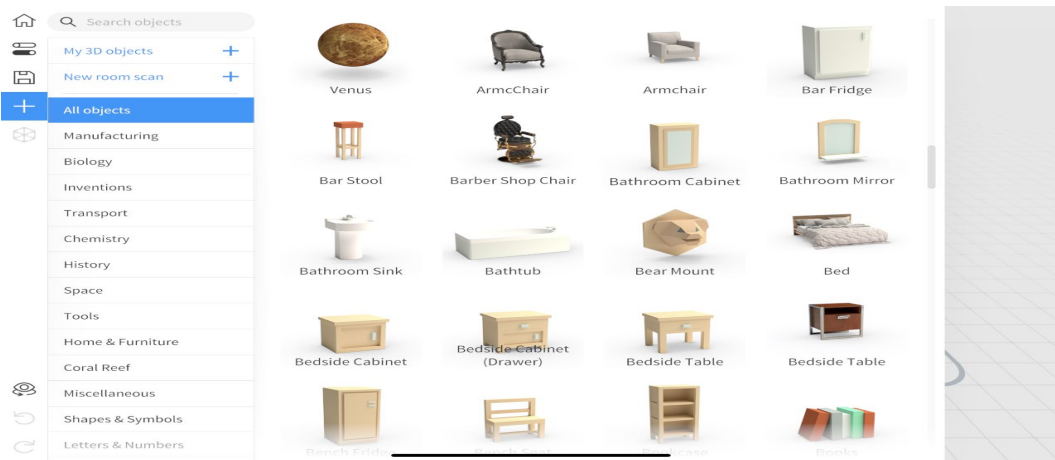


Imagen 45. Elementos
(Fuente propia)

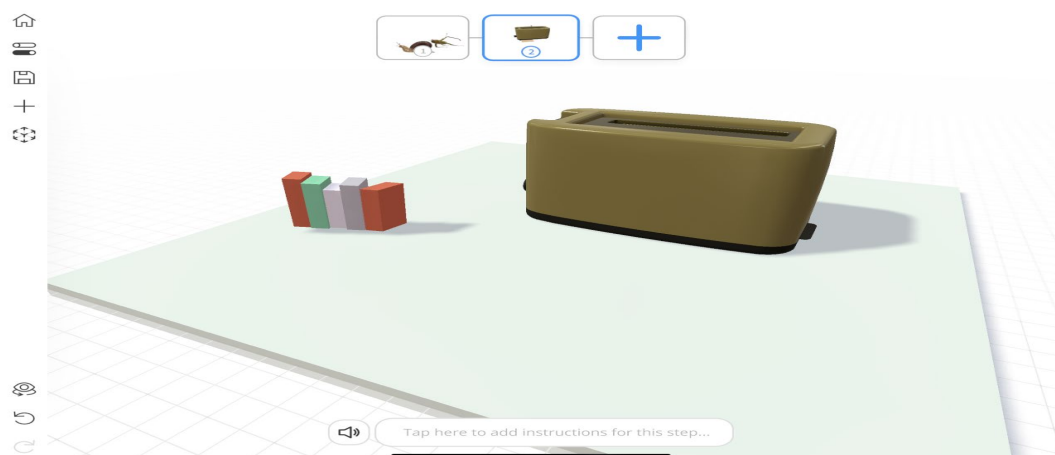


Imagen 46. Plataforma visual
(Fuente propia)

Además, a fin de introducir mejor el modelo, y también para entrenar las destrezas de comprensión oral y escrita, así como aumentar el vocabulario y

mejorar los conocimientos gramaticales, entre otros aprendizajes, a menudo añadimos algún texto (oral o escrito) debajo del modelo al principio del diseño (véase la Imagen 47). De esta manera un modelo primario ya está listo. Para asegurar el efecto visual, hacemos clic en el botón Object 3D a fin de obtener una vista previa. Si encontramos algún problema podemos modificarlo en ese momento. Si no hay ningún problema debemos hacer clic en *Save and Start* (en el que también podemos añadir una portada) (véase la Imagen 48).

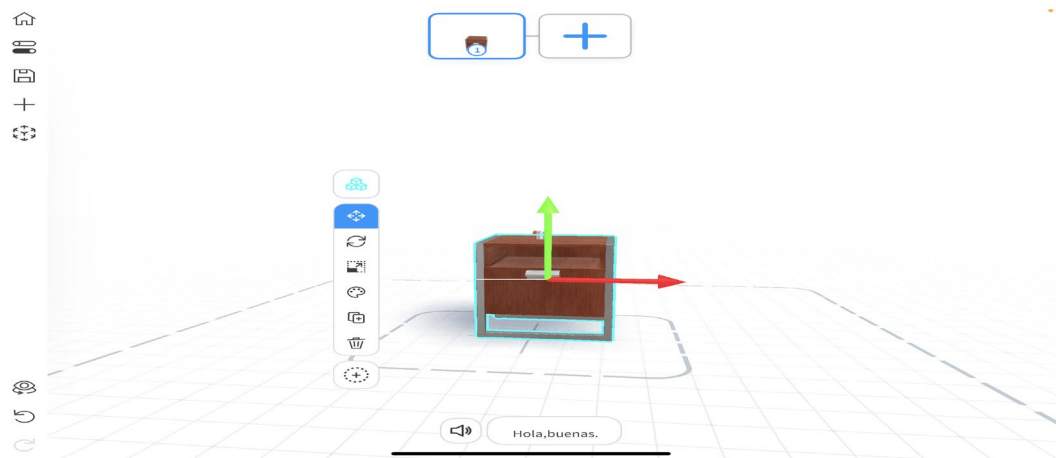


Imagen 47. Importación de texto y audio
(Fuente propia)

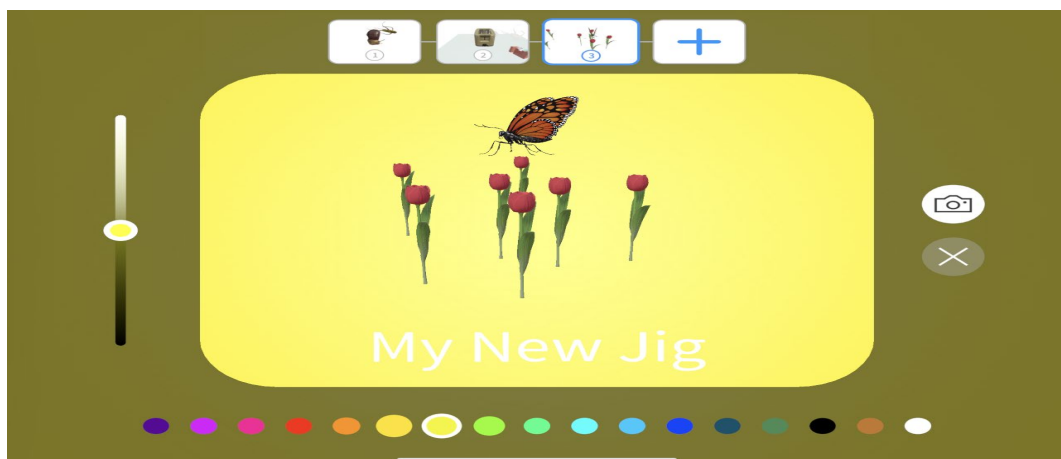


Imagen 48. *Save and Start*
(Fuente propia)

A continuación, vamos a crear dos actividades desde cada una de estas dos perspectivas para explicar cómo utilizar *Jig* en el proceso de enseñanza y

aprendizaje. La primera la denominaremos *El idioma español*. Cuando aprendemos un idioma es importante dominar no sólo la estructura de la lengua, sino también la historia que hay detrás del idioma. Esta plantilla fue creada para cumplir el objetivo de "la historia detrás de la lengua".

En primer lugar, el profesor proyectará el modelo en una pantalla grande y los alumnos miran el globo terráqueo (véase la Imagen 49) para ver qué países hablan la lengua y dónde se encuentran, por ejemplo, en Europa, Asia o América. Mediante la lectura del texto que aparece debajo del dinámico mapa tridimensional del mundo (véase la Imagen 50) y la narración del profesor, los alumnos también pueden aprender cuántas personas hablan el idioma, cuáles son sus costumbres y cuáles son las diferencias entre las personas que hablan el idioma en distintos países, por ejemplo, el inglés británico y el inglés americano, el español en Argentina y el español en España, etc. En el proceso, los estudiantes no sólo mejoran sus competencias de lectura y vocabulario, sino que también aumentan sus conocimientos de geografía. Además, el profesor puede incluir un clip de audio (véase la Imagen 51) con el fin de ayudar a los estudiantes a comprender las diferencias de pronunciación de una misma lengua en distintos países y perfeccionar su capacidad de comprensión oral.



Imagen 49. Globo terráqueo

(Fuente propia)



Imagen 50. Dinámico mapa tridimensional del mundo
(Fuente propia)

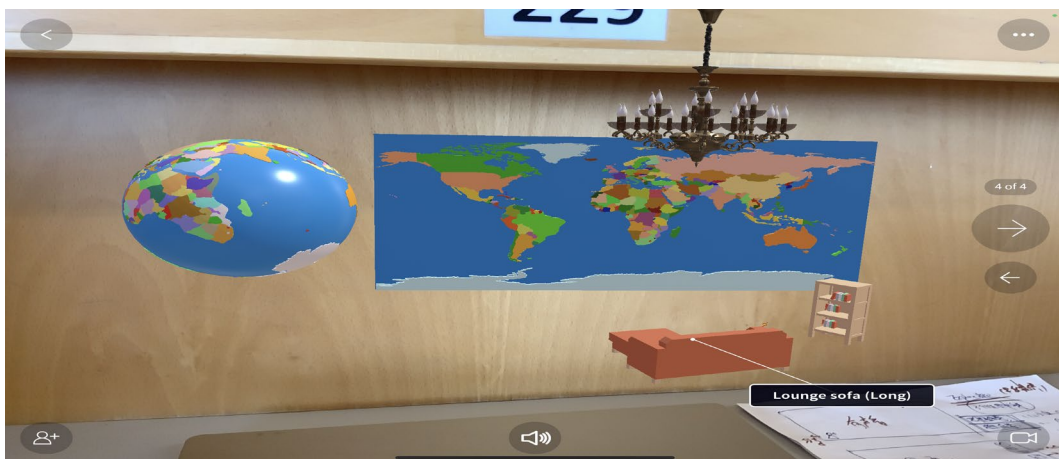


Imagen 51. Grabación de audio
(Fuente propia)

En segundo lugar, después de comprender los datos, el profesor pide a los estudiantes que trabajen en grupos de cuatro con el fin de consultar la información y discutir el contenido principal de la lección. Después cada grupo debe elegir a un representante para que sea el portavoz del grupo. Durante el debate y la presentación los alumnos deben utilizar la lengua objeto de estudio para que practiquen la expresión oral de forma espontánea y real. Es una forma de hacer realidad el concepto de educación centrada en el alumno en el aula y el principio de aprender juntos y compartir el aprendizaje. A medida que los alumnos hablan, el profesor y los alumnos deben anotar la información valiosa en sus cuadernos, tanto para aumentar sus conocimientos como para revisarlos.

Al final, el profesor pedirá a los alumnos que escriban un resumen de un determinado número de palabras sobre el tema de la lección, incluyendo, por ejemplo, los conocimientos culturales previos, la historia, la geografía, el folclore, el vocabulario nuevo, etc., y atendiendo a la corrección gramatical, la precisión léxica... Este tipo de tarea está diseñada para mejorar la expresión escrita de los alumnos. Después de completar las tareas, los estudiantes deben subirlas al aula virtual que posea, donde el profesor se encarga de corregir las deficiencias de las tareas, para ayudar a los alumnos a mejorar su nivel y grado de aprendizaje de la lengua extranjera.

Una nueva propuesta didáctica será la que tiene por título *Las flores*. El recurso de JigSpace está lleno de fondos con una atmósfera relajante a la que el profesor puede añadir una melodía de fondo agradable y suave para favorecer la concentración de los estudiantes.

En primer lugar, en el aula, el profesor pedirá a los alumnos que abran sus iPad y hagan clic en el enlace del correo electrónico enviado a los alumnos antes de la clase. A continuación, deberán entrar en la interfaz de JigSpace (véase la Imagen 52). Creemos firmemente que los alumnos se verán sorprendidos por el modelo animado que se encontrarán frente a ellos, no sólo con cómodos efectos visuales, sino también con una relajante música de fondo. En este punto, el profesor no necesita explicar demasiado, sino que sólo necesita que los alumnos observen y sientan.

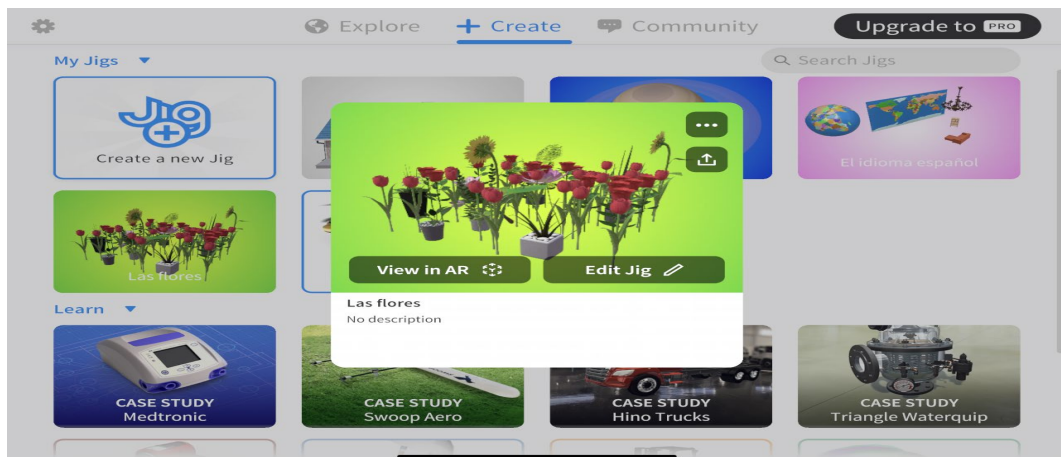


Imagen 52. Interfaz de JigSpace
(Fuente propia)

Asimismo, el texto de debajo de las imágenes puede resultar sugerente (véase la Imagen 53), y muchas frases están compuestas por preguntas interesantes, como *Hay tantos tipos de flores. ¿Sabéis cómo se llaman?* Despierta en gran medida el interés de los estudiantes por la lectura, aumenta la legibilidad de las frases y también mejora su capacidad lectora. Al mismo tiempo, los estudiantes pueden descubrir que en este tipo de textos, la mayoría de los verbos están en presente indicativo. Después de entenderlos, los estudiantes pueden utilizarlos en sus expresiones orales diarias, así como en sus expresiones escritas en los exámenes. Por otra parte, el profesor diseña el modelo seleccionando algunas palabras más difíciles de recordar, pero con la ayuda de la imagen les facilitará memorizarlas.



Imagen 53. Modelo y texto explicativo

(Fuente propia)

En segundo lugar, después de que los alumnos hayan completado la lección mencionada, el profesor preguntará qué alumnos están dispuestos a compartir lo que acaban de aprender. De hecho, cuando los alumnos comparten lo que han aprendido también están mejorando sus habilidades de expresión oral. En este ambiente de convivencia entre el profesor y el alumno, es más probable que los estudiantes absorban y acepten los nuevos conocimientos que han aprendido. Además, el profesor compartirá un documento a través de Google en el que los alumnos pueden escribir más vocabulario en lengua extranjera sobre plantas distintas de este modelo como complemento a la lección. El profesor participa activamente en este proceso, respondiendo a los errores ortográficos, a las expresiones y a las preguntas de los alumnos y, al mismo tiempo, ayudándoles a practicar y mejorar habilidades de expresión escrita.

Por último, el profesor utilizará el contenido del documento compartido como tarea posterior a la lección y pedirá a los alumnos que trabajen en grupos de cuatro para hacer una presentación. A través de esta tarea los alumnos podrán profundizar en su memoria y comprensión de la lección, como el nuevo vocabulario, como en el caso anterior. Los alumnos podrán aumentar la capacidad de cooperación entre ellos. Esta tarea también mejorará la capacidad de comprensión oral y escrita, ya que tendrán que consultar material escrito, vídeos y/o audios.

Al final de la clase, el profesor utilizará el modelo para decir a los estudiantes que las diversas plantas de la naturaleza contribuyen a la belleza de nuestro mundo, por lo que todos tenemos el deber de cuidarlas y apreciarlas, proteger nuestro medio ambiente y vigilar nuestro mundo. Al fin y al cabo, como profesor, enseñar a los alumnos conocimientos y habilidades es solo una parte del trabajo,

también hay una gran parte de enseñarles los valores y la visión correcta de la vida, decirles la verdad sobre el ser y el hacer las cosas.

La siguiente propuesta didáctica la denominaremos *Casa* y va a estar destinada a los principiantes de la lengua. Gracias al modelo de animación 3D interactivo y la tecnología RA, los estudiantes pueden entender y dominar el vocabulario de la casa de forma sencilla, significativa y amena. Con esta tecnología dista mucho del método tradicional de memorización de palabras, los estudiantes podrán ver el objeto real en su contexto de uso, saber cómo se escribe y cómo se pronuncia.

En primer lugar, el profesor pedirá a los estudiantes que diseñen un *Jig* sobre la casa en grupos de cuatro, lo que fomentará el aprendizaje el cooperativo y estimulará el intercambio lingüístico real. Los estudiantes consultarán diccionarios, herramientas lingüísticas, como el corrector automático del procesador de textos, el traductor... y también se les sugerirá ver algún vídeo en sitios web como YouTube, que hasta ahora tiene un gran número de vídeos sobre el vocabulario de casa, A modo de ejemplo serviría el siguiente video: <https://www.YouTube.com/watch?v=Qs3kUMqRvKY>. Deben tomar notas sobre información valiosa o descargar vídeos y audios útiles para poder importarlos al lugar adecuado cuando diseñan la plantilla. De los materiales revisados se desprende que la casa se cuenta básicamente desde cuatro lugares: el salón, el dormitorio, el baño y la cocina. Por lo tanto, los alumnos crearán su *Jig* teniendo en cuenta estos cuatro espacios. A través de este proceso, los alumnos no sólo adquieren rápidamente una gran cantidad de vocabulario sobre la casa, sino que también mejoran su capacidad de comprensión lectora y auditiva.

En segundo lugar, tras buscar esta información, los alumnos se pondrán a diseñarla. Tendrán que distribuirse las tareas entre los cuatro integrantes del grupo, se trata de que interactúen lo más posible entre ellos, que tengan que practicar la lengua oral al máximo posible. Lo primero que realizarán será la

maqueta de una casa (véase la Imagen 54) y luego construirán los modelos animados del salón, el dormitorio, la cocina y el cuarto de baño (véase la Imagen 55) según sus propias ideas y permitiendo un uso razonable de su imaginación, insertando palabras para cada objeto, como: *attic*, *window frame*, *cushions*, etc. Además, debajo de cada modelo hay una breve introducción, por ejemplo: *Una habitación muy cómoda*. A su vez, para garantizar la calidad del trabajo, los alumnos añadirán el audio mencionado anteriormente cerca del final de la actividad, para consolidar y profundizar la memorización de las palabras. A través de este proceso, los estudiantes mejoran su expresión escrita, su pronunciación y también mejoran sus habilidades prácticas de diseño.

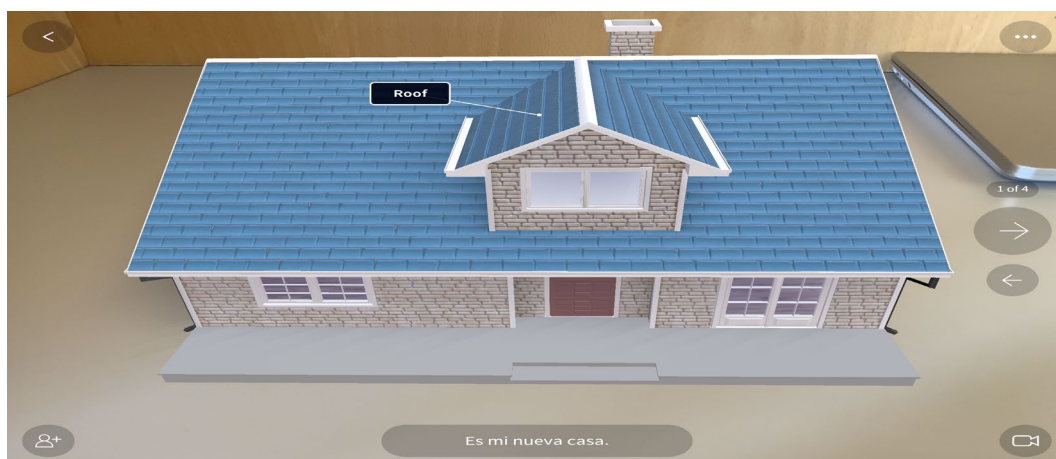


Imagen 54. Maqueta de casa
(Fuente propia)

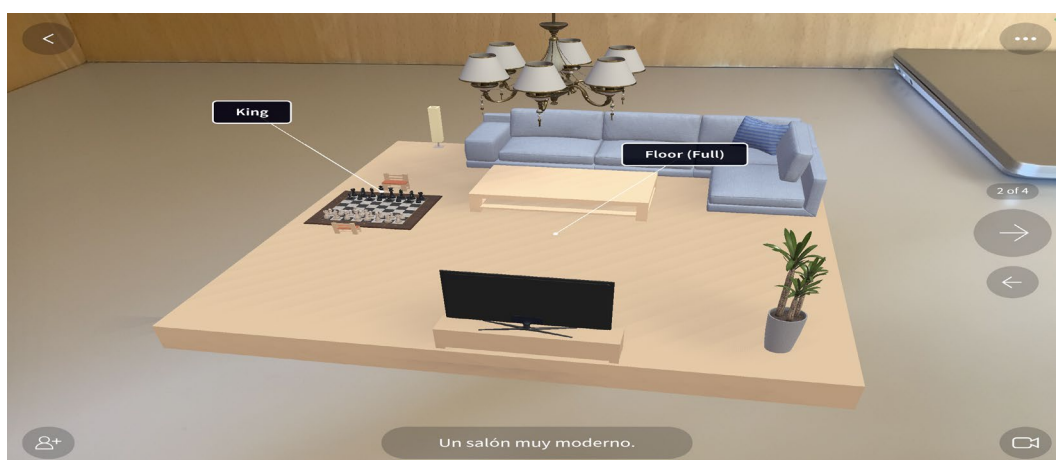




Imagen 55. Los modelos animados del salón y el cuarto de baño

(Fuente propia)

Por último, para comprobar la progresión de los alumnos, el profesor les pedirá que hagan una presentación a través de una aplicación para videoconferencia como Microsoft Teams, Google meets, Zoom... utilizando las funciones de grabación de audio y vídeo de la plataforma. Se espera que los alumnos hagan una demostración del modelo como lo haría un profesor mientras hablan de los puntos principales de la lección, como los nuevos sustantivos y adjetivos que modifican los sustantivos casa, habitación, baño, etc. Cuando los alumnos hayan terminado la grabación, deberán subirla a un repositorio de vídeos como YouTube. Durante la clase, el profesor buscará el vídeo completado por cada grupo para reproducirlo y mostrarlo al conjunto de la clase, tras lo cual el profesor hará comentarios a los alumnos y las correcciones pertinentes. Asimismo, como los vídeos se habrán subido a la plataforma de alguna red social, los estudiantes también recibirán más comentarios de otros usuarios, lo que fomentará un mayor progreso.

La última propuesta didáctica que hemos creado se titula *Stars*. Esta actividad se basa en el campo de la astronomía con el fin de ayudar a los estudiantes avanzados a ampliar sus conocimientos sobre la terminología específica de este ámbito y la profundización en algunos aspectos gramaticales más complejos como el uso del imperativo, presente perfecto, los adjetivos comparativos, los

ordinales, etc. Todo ello lo llevarán a cabo a través de una serie de tareas muy motivadoras que les permitirán adentrarse en un entorno fantástico como si estuvieran en el espacio.

En primer lugar, el profesor pedirá a cada alumno que complete un *Jig* de forma independiente, utilizando los conocimientos de astronomía para realizar una explicación en la lengua objeto de estudio. Los estudiantes podrán documentarse consultando fuentes diversas, como las conferencias de TED, donde encontrarán cuantiosa información sobre astronomía y tecnología. Una muestra podría ser la siguiente: https://www.ted.com/talks/benjamin_grant_what_it_feels_like_to_see_earth_from_space?referrer=playlistgorgeous_awesome_inspiring_images_of_earth_from_above. Este proceso de visionado de los vídeos aumentará, sin duda, la comprensión oral de los alumnos, y también aprenderán más vocabulario específico del campo de la astronomía. En el vídeo tomado como ejemplo aparecen términos como *astronomical observatory*, *astrophysics*, *celestial body*, *heavenly body*, etc. Además, los estudiantes también pueden documentarse con fuentes bibliográficas y leer libros de gran valor en el campo de la astrofísica, como *Una breve historia del tiempo*, del profesor Stephen Hawking. De esta manera ampliarán sus conocimientos relacionados con el área de la astronomía, pero también aumentarán su competencia comunicativa. Se trata de un claro ejemplo de la metodología CLIL, *Content and Language Integrated Learning*, que tan buenos resultados está dando.

A continuación, tras el paso anterior, en la página de inicio los alumnos crearán una animación de un cohete despegando (véase la Imagen 56). Una animación realista suele atraer la atención de los estudiantes y estimula su interés por aprender y estudiar. Posteriormente, los alumnos crearán modelos de muchos cuerpos celestes como Saturno, Júpiter, Neptuno, etc. (véase la Imagen 57) y, al pulsar sobre cada uno de ellos, aparecerá un cuadro con el nombre

correspondiente. Este patrón nos permite reconocer y memorizar rápidamente los objetos correspondientes y sus palabras. Para ilustrar y explicar mejor el origen, la estructura, la ubicación, etc. de este objeto, los alumnos añadirán información relevante al cuadro que aparece más abajo (véase la Imagen 58). A través de esta actividad, los alumnos mejoran su comprensión lectora y su capacidad de expresión escrita, ya que para completar esta información tienen que elaborar textos de cierta complejidad.



Imagen 56. Animación del cohete
(Fuente propia)



Imagen 57. Modelos de cuerpos celestes
(Fuente propia)

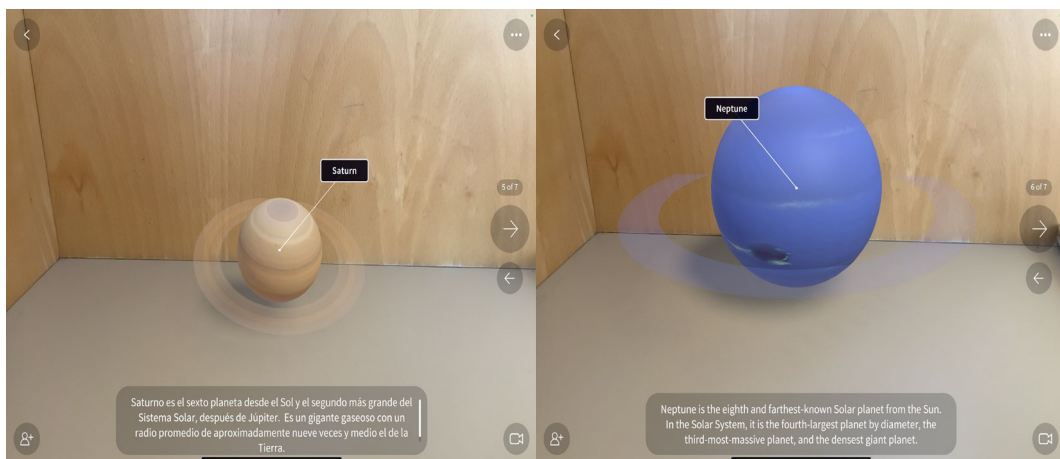


Imagen 58. Modelo y texto explicativo
(Fuente propia)

Por último, el profesor pedirá a los alumnos que compartan lo que han aprendido y los modelos animados que han creado entre ellos para aumentar así sus habilidades comunicativas. Además, el profesor dará a cada alumno un informe resumido, de una extensión concreta, en el que se recogerá lo que han aprendido. Una vez completada la tarea, la enviarán al profesor por correo electrónico, el profesor la corregirá y responderá oportunamente. Los alumnos, de esta manera, conocerán sus errores lingüísticos y mejorarán en su proceso de aprendizaje de la lengua.

Después de todo lo visto, podemos afirmar que JigSpace proporciona una buena plataforma para la educación moderna y futura. Permite fomentar la creatividad, motivar al alumnado, adquirir habilidades tecnológicas y comunicativas. Todo ello se lleva a cabo a través del aprendizaje significativo, colaborativo e integral, ya que mientras mejoran su dominio de la lengua están adquiriendo otros conocimientos (metodología CLIL).

5. CONCLUSIONES

Llegados a este punto procedemos a recapitular lo investigado y el grado de consecución de los objetivos planteados al principio de este trabajo final de máster.

El primer objetivo que nos planteamos fue conocer el alcance conceptual del término realidad aumentada (RA). Detallar en qué consiste y cuál ha sido su evolución. Para ello realizamos diversas búsquedas bibliográficas y hemos podido explicar qué es este tipo de tecnología, cómo surgió, cómo ha evolucionado y su estado actual. Asimismo, para saber su repercusión en la investigación y el grado de interés que genera en la comunidad científica hemos analizado la producción científica publicada sobre la RA y la educación en los últimos 10 años, en diversos países, lenguas e instituciones. De esta manera hemos podido constatar que es un centro de interés muy relevante a nivel internacional.

En cuanto al segundo objetivo, era conocer los beneficios y las ventajas de usar la tecnología de RA en la enseñanza. Y, por el contrario, saber si existen inconvenientes de su empleo. Para ello hemos acudido a los autores más destacados en este ámbito y hemos realizado un análisis exhaustivo de ambos puntos de vista, por lo que el objetivo también se ha alcanzado.

El tercer objetivo propuesto consistía en averiguar los recursos existentes de RA para la enseñanza/aprendizaje de lenguas y, más concretamente, para el aprendizaje de lenguas extranjeras. A través de una búsqueda de portales web, de recursos, tecnologías y aplicaciones para dispositivos móviles, hemos constatado que no existen recursos específicos para la enseñanza-aprendizaje de lenguas, ni nativas ni lenguas extranjeras. Es por ello que, enlazando con el

cuarto objetivo, hemos establecido pautas didácticas para utilizar la tecnología basada en la RA con el fin de aprovechar sus beneficios pedagógicos en la enseñanza de lenguas extranjeras.

Por último, hemos diseñado actividades de aprendizaje concretas, basadas en la tecnología de la RA que sirven para el aprendizaje de una lengua extranjera y son extrapolables a diversos ámbitos formativos. Con lo que el último de los objetivos propuestos también ha sido conseguido.

En suma, todos los objetivos planteados han sido completados de forma rigurosa y exhaustiva. No obstante, una investigación como esta no debe finalizar aquí. Es un estudio novedoso y pionero sobre el uso de la RA para el aprendizaje de lenguas extranjeras por lo cuenta con un futuro muy prometedor. Como líneas de investigación futuras consideramos que sería muy conveniente probar las propuestas didácticas diseñadas para conocer su grado de efectividad y el grado de satisfacción que generan en los estudiantes. Otra propuesta de continuidad sería ampliar la oferta de actividades diseñadas para completar todo un aspecto gramatical o un nivel completo de lengua. Por último, resultaría de gran interés conocer el grado de penetración exacto que tienen las tecnologías de realidad aumentada en la enseñanza, se debería averiguar por países y por niveles educativos.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators y Virtual Environments*, 6(4), pp.355-385. Recuperado de <https://direct.mit.edu/pvar/article/6/4/355/18336/A-Survey-of-Augmented-Reality>
- Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., y Graf, S. (2014). Augmented reality trends in education: a systematic review of research and applications. *Journal of Educational Technology y Society*, 17(4), pp.133-149. Recuperado de <https://dugi-doc.udg.edu/handle/10256/17763>
- Barroso-Osuna, J., Gutiérrez-Castillo, J. J., Llorente-Cejudo, M. C., y Ortiz, R. V. (2019). Dificultades para la incorporación de la realidad aumentada en la enseñanza universitaria: visiones desde los expertos. *Journal of New Approaches in educational research*, (2), 131-147.
- Basogain, X., Olabe, M., Espinosa, K., Rouèche, C., y Olabe, J. C. (2007). realidad aumentada en la Educación: una tecnología emergente. *Escuela Superior de Ingeniería de Bilbao, EHU*, pp.63-79 Recuperado de <http://bit.ly/2hpZokY>.
- Billinghurst, M. (2002). Augmented Reality in Education. *New Horizons for Learning*. Recuperado de <http://www.newhorizons.org/strategies/technology/billinghurst.htm>.
- Billinghurst, M., Kato, H., y Poupyrev, I. (2001). The MagicBook: a transitional AR interface. *Computers y Graphics*, 25(5), pp.745-753. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0097849301001170>
- Cabero, J., Leiva, J.J., Moreno, N.M., Barroso, J. y López, E. (2016). *Realidad aumentada y Educación. Innovación en contextos formativos*. Barcelona: Octaedro.
- Cabero-Almenara, J. y Díaz, V. M. (2018). Blended learning y realidad aumentada: experiencias de diseño docente. *RIED. Revista*

Iberoamericana de Educación a Distancia, 21(1), pp.57-74.

蔡苏, 张晗, 薛晓茹, 王涛, 王沛文, 张泽. (2017). 增强现实 (AR) 在教学中的应用案例评述. *中国电化教育*, (3), 1-9.

Cai, S., Zhang, H., Xue, X., Wang, T., Wang, P. y Zhang, Z. (2017), Una revisión de un caso de realidad aumentada (AR) en la enseñanza. *China Electronic Education*, (3), 1-9.

Campos, B. D. (2016). Realidad aumentada en la educación. *Entorno*, (61), pp.47-53.

Caudell, T. y Mizell, D. (1992). Augmented Reality: An Application of Heads-UpDisplay Technology to Manual Manufacturing Processes. *Proc. Hawaii International Conf. on Systems Science*, Vol. 2, pp.659–669.

Cooperstock, J. R. (2001). The classroom of the future: Enhancing education through augmented reality. *Proceedings of HCI International*, pp. 688-692.

De la Horra Villacé, I. (2017). Realidad aumentada, una revolución educativa. *Edmetic*, 6(1), pp. 9-22.

Díaz, V. M. (2017). La emergencia de la Realidad aumentada en la educación. *Edmetic*, 6(1), pp.1-3.

Estebanell, M., Ferrés, J., Cornellà, P. y Codina, D. (2012). Realidad aumentada y códigos QR en educación. En J. Hernández, M.Pennesi, D. Sobrino y A. Vázquez (Coords). *Tendencias emergentes en educación conTIC*. (pp. 277-320). Barcelona: Editorial espiral.

González Morcillo, C., D. y Vallejo Fernández, et al. (2013). *Realidad aumentada. Un Enfoque Práctico con ARToolkit y Blender*, pp.9-117. Cáceres, Consorcio Identic, 2013.

Hamilton, K. y Olenewa, J. (2010). Augmented reality in education [PowerPoint slides]. Recuperado de *Lecture Notes On-line Web site*: <http://www.authorstream.com/Presentation/k3hamilton-478823-augmented-reality-in-education/>

- Kalalahanti, J. (2014). Augmented Reality in Learning: How should we design AR learning applications and evaluate their effectiveness. *Tampere Research Centre for Information and Media, School of Information Sciences: University of Tampere.*
- Kerawalla, L., Luckin, R., Selijefot, S. y Woolard, A. (2006). Making it real: Exploring the potential of augmented reality for teaching primary school science. *Virtual Reality, 10*(3-4), pp.163-174.
- Klopfer, E. y Squire, K. (2008). Environmental Detectives—the development of an augmented reality platform for environmental simulations. *Educational Technology Research and Development, 56*(2), pp.203-228.
- Klopfer, E. y Yoon, S. (2004). Developing games and simulations for today and tomorrow's tech savvy youth. *TechTrends, 49*(3), pp.41-49.
- Liarokapis, F., White, M. y Lister, P. (2004). Augmented reality interface toolkit. *In Proceedings. Eighth International Conference on Information Visualisation, 2004. IV 2004.* (pp. 761-767). IEEE.
- 林洁. (2015). 我国西班牙语教学史回顾和发展现状. *求知导刊, (10)*, 56-56.
- Lin, J. (2015), Historia y estado de desarrollo de la enseñanza del español en mi país, *Knowledge-seeking Guide, (10)*, 56-56.
- Lorenzo-Lledó, A., y Lorenzo, G. (2019). Evolución de la aplicación de la realidad aumentada en educación. *Investigación e innovación en la Enseñanza Superior*, pp.1196-1207.
- Lotka, A. J. (1926). The frequency distribution of scientific productivity. *Journal of the Washington academy of sciences, 16*(12), pp.317-323.
- Martínez, N. M. M., Olivencia, J. J. L., Malagón, M. D. C. G., Meneses, E. L., y Aguilera, F. J. G. (2017). Realidad aumentada y realidad virtual para la enseñanza aprendizaje del inglés desde un enfoque comunicativo e intercultural. *Innovación docente y uso de las TIC en educación: CD-ROM*, 17.
- Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A., y Kishino, F. (1995, December).

- Augmented reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum. In *Telem manipulator and telepresence technologies* (Vol. 2351, pp.282-292). International Society for Optics and Photonics.
- Morales, E. Á., Bellezza, A., y Caggiano, V. (2016). Realidad aumentada: Innovación en educación. *Didasc@lia: Didáctica y Educación*, 7(1), pp.195-212.
- Moreno Martínez, N.M. y Leiva Olivencia, J.J. (2017). Experiencias formativas de uso didáctico de la realidad aumentada con alumnado del grado de educación primaria en la universidad de Málaga. *Revista Edmetic*, 6(1), pp.81-104.
- Moreno Martínez, N.M. y Ramírez Fernández, M.B. (2016). Uso didáctico de la realidad virtual en los Grados de Educación Infantil y Educación Primaria. *Seminario Internacional de Innovación docente e Investigación Educativa*. Madrid: Afoe.
- Moreno, N.M., Leiva, J.J. y López, E. (2017). La realidad aumentada como tecnología emergente para la innovación educativa. *Revista Notandum. Revista Semestral Internacional de Estudios Académicos*, 44-55 (maio-dezembro 2017), pp.125-140. Recuperado de: <http://www.hottopos.com/notand44/>
- Ortega, M. (2013). *Pasado, presente y futuro de la realidad Aumentada*. [Archivo de vídeo]. Recuperado de http://www.youtube.com/watch?v=Jo81cmDNnv8&list=PLdi_AmlTYDw_oNf_CoDCIhcT8H_QHNyCC0KM
- Pedro Carracedo, J., y Méndez, C. L. M. (2012). Realidad aumentada: Una Alternativa Metodológica en la Educación Primaria Nicaragüense. *Rev. Iberoam. de Tecnol. del Aprendiz.*, 7(2), pp.102-108.
- Prendes, C. (2015). Realidad aumentada y educación: análisis de experiencias prácticas. *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 46, pp.187-203.
- Reinoso, R. (2012). Posibilidades de la realidad aumentada en educación.

- Tendencias emergentes en educación con TIC*. p.357-400. Barcelona: Editorial espiral.
- Reinoso, R. (2013). Módulo 1: Introducción a la realidad aumentada. [Presentación slideshare]. *Escuela virtual de verano*. <https://es.slideshare.net/tecnotic/introduccion-a-la-realidad-aumentada-2013>
- Rice, R. (2009). Augmented vision and the decade of ubiquity. Recuperado de <http://curiousraven.com/future-vision/2009/3/20>.
- Shelton, B. E. y Hedley, N. R. (2002). Using augmented reality for teaching earth sun relationship to undergraduate geography students. *The First IEEE International Augmented Reality Toolkit Workshop*, pp.1-8. Darmstadt, Germany: IEEE.
- Squire, K. y Klopfer, E. (2007). Augmented reality simulations on handheld computers. *The journal of the learning sciences*, 16(3), pp.371-413.
- Tapia López, J. (2008). *Juego de realidad aumentada de tanques* (Trabajo Final de Grado). Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña.
- Torres, D. R. (2011). Realidad aumentada, educación y museos. *Revista ICONO14 Revista científica de Comunicación y Tecnologías emergentes*, 9(2), pp.212-226.
- Wu, H. K., Lee, S. W. Y., Chang, H. Y. y Liang, J. C. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & education*, 62, pp.41-49.
- Yuen, S. C. Y., Yaoyuneyong, G. y Johnson, E. (2011). Augmented reality: An overview and five directions for AR in education. *Journal of Educational Technology Development and Exchange (JETDE)*, 4(1), pp.119-140.