

UNIVERSIDAD DE BURGOS

FACULTAD DE EDUCACIÓN



GRADO EN PEDAGOGÍA

TRABAJO FIN DE GRADO

**“DISEÑO Y DESARROLLO DE MATERIAL
DIDÁCTICO EN REALIDAD AUMENTADA”**

CURSO 2019-2020

Alumno/a: Rubén Sáenz del Amo

Tutor/a: Beatriz Núñez Angulo

RESUMEN

El presente Trabajo de Fin de Grado tiene por objeto el diseño y elaboración de materiales didácticos en realidad aumentada, permitiendo la integración de las nuevas tecnologías de la información y de la comunicación en las aulas de Educación Primaria a través de dispositivos electrónicos como son los móviles, los ordenadores, o las tabletas. El material en realidad aumentada puede implementarse en las asignaturas de Ciencias Sociales y Ciencias Naturales de 5º de Educación Primaria, ya que cumplen los requisitos de accesibilidad, usabilidad, interacción para docentes y discentes, así como potencia la motivación, el interés, y estrategias cognitivas específicas como atención, percepción y memoria del alumnado. Los temas han sido elegidos entre un elenco propuesto por centros educativos de la ciudad.

Se ha elaborado un cuestionario con la finalidad de que el profesorado pueda evaluar el material creado atendiendo a criterios tecnológicos y del proceso de enseñanza aprendizaje.

Palabras clave: realidad aumentada, material didáctico, Educación Primaria.

ABSTRACT

The aim of this End of Degree Project is the design and elaboration of teaching materials in augmented reality, allowing the integration of new information and communication technologies in Primary Education classrooms through electronic devices such as mobiles, computers or tablets. The augmented reality material can be implemented in the Social Sciences and Natural Sciences subjects of 5th grade of Primary Education, since they meet the requirements of accessibility, usability, interaction for teachers and students, as well as enhance motivation, interest, and specific cognitive strategies such as attention, perception and memory of students. The topics have been chosen among a list proposed by the educational centres of the city.

A questionnaire has been developed so that teachers can evaluate the material created according to technological criteria and the teaching-learning process.

Key Words: augmented reality, teaching materials, primary education.

ÍNDICE

1.- JUSTIFICACIÓN E INTRODUCCIÓN	4
2.- FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	7
2.1.- ANTECEDENTES DE LA ESCUELA Y LAS TIC	8
2.2.- ¿QUÉ ES LA REALIDAD AUMENTADA (R.A.)?	10
2.3.- CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE LA REALIDAD AUMENTADA	11
2.4.- HERRAMIENTAS DE REALIDAD AUMENTADA	12
2.5.- POSIBILIDADES EDUCATIVAS DE LA R.A.	14
2.5.1.- GAMIFICACIÓN.....	16
2.5.2.- EL APRENDIZAJE UBICUO	17
2.5.3.- APRENDIZAJE MEDIANTE LA PRÁCTICA.....	17
2.6.- LA REALIDAD AUMENTADA EN EDUCACIÓN PRIMARIA	18
2.6.1.- VENTAJAS DEL USO DE LA R.A. EN EL AULA DE PRIMARIA.....	19
2.6.2.- DIFICULTADES PARA SU INCOPORACIÓN EN EL AULA	20
2.7.- FASES DEL DISEÑO DE MATERIAL EN R.A.....	21
3.- DISEÑO Y DESARROLLO DE MATERIALES	24
3.1.- FASE DE DISEÑO	24
3.2.- FASE DE PRODUCCIÓN Y POSTPRODUCCIÓN	29
3.3.- FASE DE EVALUACIÓN DEL MATERIAL	43
4.- CONCLUSIONES	43
5.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46
6.- ANEXOS.....	52
6.1.- Anexo I – Análisis de aplicaciones de R.A.	52
6.2.- Anexo II – CoSpaces Edu: descarga, registro y acceso.....	53
6.3.- Anexo III – Estructura y organización de CoSpaces Edu.....	55
6.4.- Anexo IV – Pasos en la creación de escenarios en CoSpaces Edu.	58
6.5.- Anexo V – Programación y objetos interactivos.	60
6.7.- Anexo VII – Cuestionario de evaluación.....	65

1.- JUSTIFICACIÓN E INTRODUCCIÓN

Con la realización de este Trabajo de Fin de Grado queremos promover la inclusión de la realidad aumentada como herramienta TIC, dentro del currículo de Educación Primaria, y despertar en el docente la motivación para usar y crear materiales en realidad aumentada.

Por lo tanto, nuestro objetivo es el siguiente:

Diseñar y desarrollar material en realidad aumentada para que el docente pueda implementarlo en un aula de 5º curso de Educación Primaria en las asignaturas de Ciencias Naturales y Ciencias Sociales.

El presente Trabajo de Fin de Grado surge a raíz de varios factores: el primero es ser alumno beneficiario de una Beca de Colaboración en el Departamento de Ciencias de la Educación, del Ministerio de Educación y Formación Profesional para el curso 2019-2020; el segundo, participar en un proyecto autonómico en relación al desarrollo de materiales educativos en realidad aumentada con el grupo reconocido de investigación educativa Diseño Inclusivo Personalizado (DINPER) de la Universidad de Burgos, un equipo multidisciplinar que aúna miembros de Facultad de la Educación, a la que pertenece mi tutora, con miembros de la Escuela Politécnica Superior (EPS).

Esta experiencia de trabajo ha ayudado a reforzar la idea de lo fundamental que es trabajar en el seno de un equipo multidisciplinar, ya que lo único que trae son un conjunto de ventajas orientadas a mejorar la calidad del trabajo final. Podemos comentar la aportación personal al grupo teniendo en cuenta las diferentes tareas, la optimización de los recursos usados en el proceso al buscar la complementariedad, la gran cantidad de puntos de vista que mejora el resultado de cada una de las fases, la sinergia que se produce en cada reunión orientada a la generación de información más valiosa en grupo, y el enriquecimiento del trabajo entre profesionales de distintas disciplinas, ya que hoy en día resulta inalcanzable un dominio de todas las materias que se necesitan a la hora de llevar a cabo un proyecto.

Cabe añadir otros factores basados más en motivaciones personales como el gran interés por las TIC y las innovaciones que producen en educación, así como la proyección

profesional y vocacional hacia la función docente y orientadora con la finalidad de unir ambas en el presente trabajo.

En la línea de las TIC, este proyecto se estructura en torno al diseño y creación de materiales utilizando la realidad aumentada.

Diversas investigaciones sobre realidad aumentada en el campo de la educación, han demostrado el claro potencial que éstas tienen en educación, si bien hay escasos estudios en torno a su incorporación en el campo educativo, de manera que el nivel de inclusión de la realidad aumentada en ese terreno, sigue siendo notablemente mínima. Por otra parte, es esperanzador el hecho de que las TIC evolucionen tan rápido, y con ello también la sociedad, ya que la escuela no se puede quedar atrás y deberá dar el paso de reconocerlas como algo propio de la enseñanza ajustada a estos tiempos.

Los docentes deben tener claro que las TIC por sí mismas no pueden mejorar los aprendizajes, pero sí ayudar a ello, porque la realidad aumentada tiene el deber de complementar la enseñanza, no de sustituirla.

Es importante que la realidad aumentada supere la etapa inicial en la que está, y empiece a ocupar un relevante sitio tanto fuera como dentro del aula, consolidada como una valiosa herramienta de motivación y de enseñanza-aprendizaje, quizás, algún día la realidad aumentada será un elemento relevante en el mundo educativo.

El presente TFG está estructurado en tres partes; en la primera parte, relacionada con la fundamentación teórica, abordaremos diferentes aspectos de las TIC en la escuela y trataremos por vez primera el término de realidad aumentada profundizando en él; seguidamente, el diseño y desarrollo de materiales, apartado en el que expondremos un plan a seguir en el desarrollo de la tecnología en base a unos pasos que nos conducirán a un buen resultado final, siendo éstos: diseño, producción, posproducción y evaluación; y, para finalizar, cerramos con el apartado de conclusiones, donde realizaremos varias reflexiones sobre el desarrollo que hemos llevado a cabo dando respuesta a los objetivos inicialmente marcados, además, se describe cómo hubiera sido su implementación en el aula.

En palabras de Mattelart (2007), dentro de la constante y vertiginosa evolución de nuestra sociedad, el sistema educativo cumple una función fundamental a la hora de no quedarse atrás en este proceso continuo de cambios enmarcados en multitud de

transformaciones sociales consecuencia de los avances y desarrollo de las tecnologías, que claramente han generado modificaciones sustanciales en las relaciones sociales.

Siguiendo la línea de Cabero y Barroso (2016), en los entornos educativos el proceso de inclusión de las TIC (Tecnologías de la Información y de la Comunicación) progresivamente se va dando de forma más veloz. Esta situación trae consigo la necesidad de reformular los roles de los profesores y alumnos, lo que se traduce en grandes y cruciales cambios en el sistema educativo y en la forma de enseñar y aprender.

Existen estudios que afirman que las TIC son una pieza clave en la resolución de múltiples problemas que nos podemos encontrar en escenarios educativos, además de la importante tarea que desempeñan mejorando la calidad de la enseñanza (Carneiro, Toscano y Díaz, 2009).

En una investigación llevada a cabo por Cebrián y Ruiz (2008), se comprobó que los profesores de primaria e infantil que empleaban en el ejercicio de su docencia elementos tecnológicos, consiguieron un aumento en la motivación y en el rendimiento académico de sus alumnos. En contraposición se encontraban los docentes de secundaria, más afines a continuar usando métodos de enseñanza tradicionales.

Vista la situación, es considerable la necesidad de detenernos y reflexionar sobre el complejo carácter de los nuevos paradigmas educativos con la finalidad de que los profesores se encuentren con la seguridad requerida a la hora de experimentar en sus clases con las nuevas herramientas tecnológicas sin que ello les lleve un enorme esfuerzo que se sume al saturado tiempo de docencia. A continuación, vamos a proceder a analizar el estado de las TIC desde una perspectiva en materia legal educativa, con el fin de comprobar su nivel de integración en el sistema educativo.

En la LOMCE se definen las TIC como una herramienta fundamental en la tarea de transformar la educación. Se apunta a que mediante las tecnologías se puede realizar un seguimiento personalizado de cada alumno. Además, también se refleja en la ley que las TIC suponen una herramienta que puede ser usada tanto para mejorar la motivación y el rendimiento académico de los estudiantes, como para ampliar el conocimiento.

Desde el MECD (2013), se hace referencia a que el uso responsable y ordenado de las TIC por parte de los alumnos y alumnas, constituye el engranaje clave para que se produzca el desbloqueo en la mejora de la calidad de la enseñanza.

Pero el uso de las TIC no sólo cumple una importante función en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los alumnos, ya que tal y como señala el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2013), una correcta formación de los docentes en materia de TIC, también es fundamental para garantizar la permanencia de estas herramientas tecnológicas en el aula, y un adecuado uso de las mismas.

La LOMCE también hace referencia en su artículo 18, punto 9, a que las TIC son un elemento transversal en todas las áreas de cualquier etapa educativa. Además, en el artículo 111 la ley también menciona que, desde las Administraciones educativas y los equipos directivos, se apoyará el empleo de las TIC como una herramienta didáctica y valiosa, de calidad, en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2013).

Para cerrar en materia legislativa, es pertinente destacar la competencia digital como una de las principales competencias en el currículum de cualquier etapa educativa. El MECD (2015) alude a ella señalando que supone el empleo creativo, crítico y seguro de las TIC con el fin de lograr los objetivos de aprendizaje, de empleabilidad, de ocio, de inclusión, y de participación en la sociedad.

Como podemos observar, todo lo descrito en esta ley orgánica de educación en términos de TIC, facilita y apoya la elaboración e inclusión de estos medios tecnológicos, lo cual nos posibilita la creación y la inserción del material que vayamos a diseñar, mediante el uso de realidad aumentada, en las aulas de quinto de Primaria para las asignaturas de Ciencias Sociales y Ciencias Naturales.

2.- FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

En este apartado de fundamentación teórica, abordaremos la evolución de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC) desde la escuela tradicional hasta la actual, definiremos el concepto de realidad aumentada, las diferencias entre realidad aumentada y realidad virtual, qué características presenta la realidad aumentada, en qué niveles se clasifican las herramientas de realidad aumentada, donde trataremos los códigos QR; las posibilidades educativas de la realidad aumentada, haciendo especial énfasis en la Educación Primaria y en sus ventajas y desventajas, y por último, los beneficios que puede aportar a un aula de alumnos con necesidades educativas especiales.

2.1.- ANTECEDENTES DE LA ESCUELA Y LAS TIC

En términos de Bernal (2009), Das (2012) y Manovich (2006), la escuela se ha caracterizado durante muchos años por representar un espacio monolítico y con ciertas dificultades a la hora de introducir innovaciones que supongan una modificación del currículo y didáctica.

Pero, por suerte, con el paso del tiempo, por la emergencia que representan los múltiples y dinámicos avances tecnológicos que continuamente salen a la luz, surge la increíble oportunidad de introducir las TIC en las aulas de los diferentes niveles y etapas del sistema educativo. Por esta razón, es de vital importancia entender que vivimos en un mundo cada vez más digitalizado donde las tecnologías que en él están presentes, están cambiando nuestra forma de socializarnos, de ser y de estar; en todas las dimensiones del desarrollo personal y social de todos los seres humanos (Aparici, 2010; Aguaded y Cabero, 2014).

En términos de socialización, tal y como exponen Adell y Castañeda (2012) y Downes (2010), destacar que las redes sociales son el elemento protagonista que mejor representa este fuerte cambio en la sociedad. Necesitamos las TIC para comunicar al resto nuestras ideas, hechos o acontecimientos, e incluso emociones y experiencias, siendo estos últimos conceptos complejos dentro de una comunicación virtual. Señalar también el enorme desafío que las TIC representan para los ámbitos científico, cultural, y claro está, educativo.

En esta misma línea Cabero y Guerra (2011), Hargreaves (2003) y Rama (2014), sostienen que la escuela curiosamente continúa en la trayectoria de ser un lugar donde todavía es más que necesaria una inclusión tecnológica, ya que nos encontramos con que ha existido y existe rechazo o una fobia hacia las tecnologías, que básicamente lo que consigue es distanciar a todos los agentes de la comunidad educativa de sus indudables mejoras que traen con ellas a un aula enmarcada dentro de un moderno sistema educativo propio del siglo XXI.

Esta incorporación de las tecnologías trae como consecuencia que el profesorado tenga a mano un enorme abanico tecnológico del que antes no disponía, con la particular característica de que poco a poco se va ampliando con la continua aparición de nuevas

tecnologías. Este fenómeno provoca que se creen novedosos escenarios de aprendizaje mucho más ricos y variados, y que se amplíen los escenarios de formación ya existentes.

A este respecto, Cabero (2018) nos recuerda que una de estas tecnologías, sin duda de las protagonistas, es la realidad aumentada, que en un corto periodo de tiempo ha dado un salto desde el tradicional campo de la industria, ocio y publicidad, al campo educativo debido a su fácil uso y manejo a través de dispositivos hoy ya comunes en nuestra sociedad occidental, como los móviles o las tabletas; aunque no nos quedamos ahí, ya que pueden emplearse multitud de elementos para interactuar con la realidad aumentada, incrementando de este modo las posibilidades de que docentes y alumnos puedan experimentar con ella.

Con todas las nuevas tecnologías emergentes que se van incorporando al sistema educativo, se hace más que evidente que cuanto más se impulse desde las instituciones educativas la creación de entornos de aprendizaje renovadores y adaptados a estas nuevas necesidades, para los docentes más fácil será investigar y aplicar los recursos que nos ofrecen las nuevas tecnologías como herramientas potentes de aprendizaje.

La introducción de las tecnologías en las aulas se da a través de siete fases o niveles diferentes, según describe Moersch (1995):

- Nivel 0: no se utiliza tecnología.
- Nivel 1: se inicia una toma de conciencia.
- Nivel 2: es una etapa de exploración.
- Nivel 3: se empieza a dar una primera inmersión tecnológica.
- Nivel 4: se produce una integración de las herramientas tecnológicas.
- Nivel 5: se expande el empleo de la tecnología.
- Nivel 6: etapa de refinamiento. En ella la tecnología es considerada proceso, producto y herramienta útil para los alumnos a la hora de solucionar problemas reales del mundo que nos rodea.

Según Koehler y Mishra (2009), el paso de una fase a otra se da a través de las decisiones educativas que se tomen con el fin de mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje, es decir, el paso no responde a la llegada de nuevas y más complejas herramientas tecnológicas. Cuando se introduce algo innovador, es importante generar una mezcla en la que prime un equilibrio entre el conocimiento tecnológico, el pedagógico y el del contenido.

Como señalan Richardson (2016), Kim y Hyun (2016) y Cabero et al. (2017), no es raro que el auge de la realidad aumentada haya traído consigo de la mano durante los últimos años, el auge también de los dispositivos portátiles inteligentes.

En definitiva, debemos ser conscientes de que existe una marea tecnológica que se acerca con fuerza a los escenarios actuales de formación, independientemente sean presenciales o a distancia, del nivel y de la etapa educativa, y de la disciplina que se imparta. Es por esto, que a continuación vamos a incidir y a profundizar en uno de los principales fenómenos tecnológicos del momento, la realidad aumentada, y con ella, en los diferentes campos, aplicaciones, beneficios, dispositivos, etc., que su inclusión en las aulas conlleva.

2.2.- ¿QUÉ ES LA REALIDAD AUMENTADA (R.A.)?

Son múltiples las definiciones que distintos autores han otorgado al concepto de RA, pero vamos a prestar atención a Cabero y García que sostienen: “se trata de una tecnología que permite la combinación de información digital e información física en tiempo real por medio de distintos soportes tecnológicos, como, por ejemplo, las tabletas o los *smartphones*, para crear con ello una nueva realidad enriquecida” (2016, p.7).

Tomando como puntos de vista la relación y diferenciación con la realidad física, Milgram et al. (1994), hacen referencia a que dentro del continuo realidad-virtualidad, la realidad aumentada se sitúa más próxima al contexto real que al virtual, ya que precisa del primero para poder desarrollar la interacción. Esta es la principal característica que la convierte en un elemento ideal y atractivo para su uso educativo, ya que el estudiante no tiene por qué sumergirse en un contexto artificial por la cercanía que ésta otorga con la realidad y el contexto.

Llegados a este punto, consideramos importante que sepamos identificar las diferencias que separan a la realidad aumentada de la realidad virtual, ya que comúnmente suelen ser conceptos que se confunden con especial facilidad.

Podemos observar su principal diferencia en que la realidad virtual nos traslada a un mundo completamente artificial, alternativo, simulado por ordenador; mientras que la realidad aumentada, como ya se ha comentado anteriormente, interactúa con el entorno

real, con el contexto donde se sitúe la persona. Tal y como indican Villalustre y Del Moral (2016):

Al comparar la realidad virtual y la realidad aumentada se constata que su diferencia radica en que promueven fórmulas de interacción entre los sujetos y el mundo real completamente distintas. Así, mientras a realidad virtual traslada a un mundo inexistente (virtual) que sustituye por completo al real, la realidad aumentada añade un nuevo plano a la visión que tienen del mundo real palpable agregando información complementaria a través de la superposición de objetos de 3D virtuales. (p. 31-32)

A continuación, comenzamos a profundizar en él con el fin de obtener una visión holística del mismo, empezando por sus características más básicas.

2.3.- CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE LA REALIDAD AUMENTADA

Barroso, Cabero et al. (2017) han trabajado en realizar una síntesis que recoja las principales características de la realidad aumentada, entre ellas:

- a) La realidad aumentada es una realidad mixta. Esto quiere decir que los elementos creados con realidad aumentada se sitúan en uno de los puntos del continuo de virtualidad-realidad, formando de este modo una realidad híbrida entre el mundo físico y los elementos digitales que se superponen, se incluyen, o sustituyen el entorno o fondo.
- b) La realidad aumentada de integra de forma y en tiempo coherente con el contexto real. La parte real y virtual funcionan a tiempo real.
- c) Ofrece múltiples capas de información digital, ya que permite combinar cualquier elemento como texto, gráficos, objetos 3D, vídeo, audio, páginas web, multimedia, etc.
- d) Permite interactuar con los objetos generados. Éstos pueden ser ampliados, rotados, activada o desactivada su animación, etc.
- e) La realidad aumentada es capaz de enriquecer o modificar la información de la realidad física con la que se integra mediante el despliegue de capas de información digital sobre la realidad. Aunque aumentamos la cantidad de

información de la pantalla no aportamos realmente información añadida a la percepción de la realidad física.

- f) En la creación de objetos o escenarios de realidad aumentada debe intervenir la persona. La construcción y observación de un objeto de realidad aumentada requiere la participación del sujeto, esto favorece su uso siempre que el individuo lo necesite.

2.4.- HERRAMIENTAS DE REALIDAD AUMENTADA

Según Muñoz (2013), en función del tipo de elementos que activen la aparición de la información asociada a escenarios de realidad aumentada, podemos distinguir los siguientes niveles:

- Nivel 0: Códigos QR (se explican en el siguiente apartado). Normalmente los elementos que activan la información nos dirigen a páginas web, textos, SMS, o números de teléfono.
- Nivel 1: Marcadores. Es decir, formas geométricas sencillas, normalmente cuadradas que permiten que se coloquen sobre ellas formas geométricas en 3D.
- Nivel 2: Sin marcadores. La información se activa a través del reconocimiento de imágenes, objetos, personas y ubicaciones por el GPS.

Profundizando, es importante detenernos en qué son los códigos QR.

Existen multitud de códigos QR y no somos conscientes de lo que son, ni de la cantidad de información que tras un conjunto de puntos nos están ocultando, a la espera de que los activemos desde nuestros dispositivos tecnológicos (ver Figura 1). Su nombre ya nos da una pista, *Quick response codes*, o códigos de respuesta rápida. A continuación, unos datos que nos ayudan a comprender mejor el concepto.



Figura 1. Fotografía de código QR desde móvil. Fuente: Elaboración propia.

Desde un punto de vista meramente formal y aludiendo a Sánchez (2018), los códigos QR, cuyo origen se sitúa en una empresa japonesa en 1994, son un conjunto de puntos capaces de almacenar una gran cantidad de información en su interior. Estos códigos son capaces de contener mayor cantidad de información que los códigos de

barras, y esto es debido a que permiten almacenarla en las dimensiones horizontal y vertical. Además, a diferencia también de los códigos de barras, los códigos QR nos permiten almacenar en ellos multitud de formatos, desde páginas web, hasta vídeos, imágenes, sonidos, etc. Actualmente contamos con la ventaja de que podemos ser creadores de códigos QR al contar con gran variedad de aplicaciones, muchas de ellas gratuitas, que nos permiten generarlos y se adaptan a la perfección a las demandas y necesidades de los usuarios.

Para leerlo únicamente es necesario descargar en el dispositivo pertinente, un lector de códigos QR que decodifique la información que almacenan en un breve lapso de tiempo. Señalar también, que es curioso que cuando la lectura de un código QR de realiza desde un móvil o desde una tableta, la información se queda guardada en el historial de búsqueda, lo que nos permite acceder a ello en otro momento si lo volvemos a necesitar (Latifah Abdol Latif, 2012).

En cuanto a la fisionomía de los códigos QR, esta se caracteriza principalmente por disponer de tres cuadrados colocados en tres de las cuatro esquinas de la pantalla y cuya función principalmente es permitir a la aplicación que lea el código detectar su posición. Todo su interior está relleno de cuadraditos dispuestos de una forma aparentemente aleatoria, cuya función es la de codificar la alineación y la sincronización. Las principales ventajas que suponen los códigos QR frente a los códigos de barras son que activan la información independientemente de la orientación, guardan una fiable confidencialidad de la información gracias al cifrado, y son capaces de corregir una enorme cantidad errores (Luque, 2012).

En función de cómo guardan la información, podemos diferenciar códigos QR estáticos, que son los más usados y que no permiten cambiar la información del contenido una vez se han generado, y los códigos QR dinámicos, que posibilitan el registrar la información almacenada y sustituirla por nuevos datos, sin tener que crear un nuevo código. Partiendo de esta explicación, está claro que, a nivel educativo, los códigos estáticos dificultan una retroalimentación o feedback, mientras que los dinámicos permiten cambiar la información en cualquier momento como respuesta a la continua evolución de la clase (Lai et al., 2013).

Al igual que la realidad aumentada y la realidad virtual, los códigos QR nos permiten crear diversas capas de datos digitales que nos permiten la interacción y el

enriquecimiento de la información que nos aporta el mundo real (Milgram, 1994; Azuma, 1997).

Como afirma Moreno (2016), por la estructura y la función que presentan los códigos QR, ya forman parte de la realidad aumentada. Éstos han propiciado un auge en la generación y reproducción de materiales de realidad aumentada, favoreciendo una rápida inclusión en todos los niveles y etapas del mundo educativo. Éstos códigos inteligentes generan un puente entre el mundo real y el mundo virtual de modo creativo, y que hace posible la comunicación y el trabajo colaborativo dentro de los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Se nos abren las puertas a un amplio mundo de experimentación, que podemos aprovechar para intentar fomentar un aprendizaje más unido a la experiencia sensorial directa en escenarios reales (Basogain et al., 2010).

En consonancia a Wu et al. (2013), actualmente los códigos QR se conceptualizan como una de esas tecnologías que están cambiando nuestra manera de interactuar en sociedad, y como consecuencia de esto, se están ganando un lugar fijo en la educación. Todo esto pese a su corto recorrido histórico. Por este motivo no se considera la realidad aumentada como una mera herramienta que enriquece la realidad, sino que además la ven como una compleja herramienta que debe interpretarse desde otro punto de vista distinto a las cuestiones tecnológicas.

Es una realidad que los códigos QR han tenido una amplia difusión y uso en diferentes sectores de la sociedad, como la publicidad, la industria, la logística, la medicina, el arte, el ocio, etc., y claro está, sin quedarse fuera, el sector educativo, donde cada día están más extendidos.

2.5.- POSIBILIDADES EDUCATIVAS DE LA R.A.

Parafraseando a Ruiz (2013), durante la última década, las aplicaciones de la realidad aumentada en educación han desarrollado un tremendo auge en todas las ramas del conocimiento que han mostrado interés por ella. Esta situación ha permitido crear escenarios sencillos y de carácter didáctico, elevándola a la categoría de excelente recurso pedagógico que junta aprendizaje y entretenimiento.

En lo que a educación se refiere, está claro que esta nueva situación nos lleva a la necesidad de adquirir nuevas perspectivas y nuevos métodos de aprendizaje donde debemos incluir, en este caso la realidad aumentada, como un elemento tecnológico más, y que es completamente válido como herramienta de aprendizaje.

De acuerdo con Cabero (2018), las posibilidades que presenta la realidad aumentada a la formación son muchas, y podemos recogerlas en las siguientes:

- a) Deshacernos de información no significativa para lograr comprender un fenómeno. Podemos hacer que el alumno focalice su observación en los elementos importantes enriqueciendo la información de la realidad.
- b) Tener la posibilidad de observar un objeto pudiendo variar los puntos de vista, la persona, el momento, la perspectiva, etc. Esto que ofrece la realidad aumentada es clave, ya que permite la comprensión de conceptos complejos a partir de la descomposición en sus diferentes partes o etapas, potenciando de este modo un aprendizaje significativo.
- c) Desarrolla el aprendizaje ubicuo, es decir, otorga la posibilidad de desarrollar las mismas experiencias de aprendizaje fuera del aula, apoyando así su contextualización en diversos espacios reales. Una cosa está clara, y es que cualquier espacio físico es susceptible de convertirse en un verdadero escenario académico estimulante.
- d) Creación de escenarios o simuladores que sean seguros para los estudiantes como por ejemplo a la hora de llevar a cabo una práctica de laboratorio.
- e) Enriquecer documentos añadiendo información extra.
- f) Desarrollar la inteligencia espacial de los usuarios al poder ofrecer información en tres dimensiones desde diferentes perspectivas.
- g) La producción de elementos de realidad aumentada puede venir de la mano de los mismos estudiantes, por lo que se convierten en actores protagonistas.

A todo esto y reforzando lo que ya hemos señalado, cabe destacar que unas prácticas educativas en las que intervenga la realidad aumentada, presentan más posibilidades de favorecer una enseñanza activa por parte del alumno, ya que al final el control del proceso de aprendizaje radica en él en el momento que tiene que decidir cuándo necesita aumentar la información fusionando realidad y virtualidad (Fombona et al., 2012).

Vemos que los estudiantes adquieren un claro carácter activo al realizar sus propios descubrimientos en el momento que relacionan la información que les llega por las múltiples vías y extraen sus propias conclusiones; claro está que todo esto es con la ayuda de las metodologías educativas pertinentes.

Por otra parte, y siguiendo por la sección de las metodologías, comprobamos que una de ellas, que está ganando mucha relevancia en los últimos tiempos, es el famoso aprendizaje basado en juegos, o también conocido como gamificación. Esto es debido a la fuerza que tiene a la hora de apoyar un aprendizaje inmersivo y experiencial por parte de los alumnos, y porque representa un potente instrumento en la adquisición de actitudes y en el desarrollo cognitivo de los estudiantes, de acuerdo con (Durall et al., 2012; Johnson et al., 2013; Marín, 2012; Whitton, 2010).

Como introducen Bressler y Bodzin (2013) y Pérez-Fuentes et al. (2011), la creación de juegos puede ser impulsada por la realidad aumentada, que a su vez puede colaborar de este modo con el aprendizaje basado en juegos y a través del descubrimiento.

2.5.1.- GAMIFICACIÓN

Haciendo alusión a lo enunciado por Zichermann y Cunningham (2011), la gamificación es aquel proceso cuya finalidad es la resolución de problemas y atraer a los usuarios a través del juego y del pensamiento del jugador.

Añaden a eso Díaz y Troyano (2013) que la gamificación incluye técnicas de psicología y educación con el fin de aumentar el mejorar del alumnado a través de incidir en el comportamiento de los jugadores que usen elementos de videojuegos.

El empleo de un aprendizaje divertido aumenta el interés y evaluación en el aprendizaje (Toriz y Murillo, 2017).

La gamificación se interesa en encontrar un cambio de actitud del alumno sin necesidad de engañarle, usando elementos de juegos que capten su atención (Ermi y Mäyrä, 2005).

Siguiendo en la misma línea, Cabero y Barroso (2015) apuntan que el fin último de la gamificación hace énfasis en la motivación y participación de los estudiantes usando técnicas parecidas a las que se usan en los juegos. De esta forma, paralelamente, estamos trabajando motivación, y transformando la interacción en una forma de conocimiento.

Hamari y Koivisto (2013) nos indican las diferencias que existen entre los juegos y la gamificación:

- a) Independientemente de otros objetivos, el fin de la gamificación es la motivación de los estudiantes.
- b) La gamificación produce un cambio en el comportamiento de las personas como resultado de las experiencias y sentimientos de autonomía que genera.
- c) A través de los elementos audiovisuales los juegos sólo generan experiencias de disfrute.

En breves palabras, la diferencia entre gamificación y juegos reside en que la gamificación presenta un espacio más atractivo para los alumnos fomentando su motivación, y los juegos no (Kapp, 2012).

2.5.2.- EL APRENDIZAJE UBICUO

Las TIC han transformado los tiempos, los recursos y los espacios destinados a la educación. De este modo, un rasgo característico del empleo de la realidad aumentada es la ubicación de los aprendizajes, ya que ha traído consigo un desplazamiento del tradicional aula de aprendizaje a un contexto más abierto.

De acuerdo con Barroso, Cabero, Leiva, López y Moreno (2016), la realidad aumentada permite la posibilidad de aprender desde distintos dispositivos, de distintas formas, y desde distintos contextos y métodos. Esto favorece que los procesos educativos adquieran carácter permanente debido a que se dan en todo momento, de diferentes formas, y en espacios que rompen con la tradicional dicotomía de lo presencial y lo virtual. Es importante destacar también que, gracias a esta ubicuidad, el foco didáctico pasa del poseerlo únicamente el profesor, a compartirlo con el estudiante.

2.5.3.- APRENDIZAJE MEDIANTE LA PRÁCTICA

Uno de los puntos fuertes del uso de la realidad aumentada en el aula, es indudablemente el aprendizaje generado a través de la práctica. Esto significa que, en el proceso de formación, los alumnos asumen un rol activo en la formación y construcción de su propio conocimiento, claro está, con el apoyo del resto de sus compañeros y del profesor.

En este camino, el actual marco teórico destaca la importancia de que sean los propios estudiantes los que planifiquen e implementen las actividades a través de la selección y de la transformación de la información en un conocimiento realmente significativo (Hernández, 2008).

En todo caso, y siguiendo con lo enunciado por Cabero, de la Horra y Sánchez (2018), una buena y continua formación del profesorado y del alumnado mediante sesiones prácticas formativas, les forma mejor de cara a emplear de un modo más competente esta tecnología educativa que también debe ser evaluada desde un punto de vista técnico y didáctico en las materias donde se emplee; todo ello con el fin acelerar el proceso de asimilación de la herramienta, y de interpretar de forma más objetiva los resultados que nos proporcione.

2.6.- LA REALIDAD AUMENTADA EN EDUCACIÓN PRIMARIA

En concordancia con las ideas de Cózar y Sáez (2017), cabe destacar que los alumnos de Educación Primaria que emplean la realidad aumentada, se encuentran más motivados y estimulados para aprender, y esto ocurre porque el simple hecho de poder acceder a manipular figuras y elementos despierta en ellos un interés y una curiosidad que son clave en esta etapa educativa, y que de otro modo más tradicional igual no ocurriría. Es importante recordar que esta etapa es clave debido a que los chicos se encuentran en un momento de socialización y maduración de tanto su personalidad, como de su carácter; elementos que repercuten de una forma directa en sus planes académicos futuros.

Según una investigación hecha por Chiang, Yang y Hwang (2014), el uso de la realidad aumentada ha conseguido generar en los alumnos una mayor seguridad en sí mismos, también se ha observado un incremento de su motivación hacia el aprendizaje en aquellas materias donde se haya incorporado, y una mayor satisfacción con su proceso formativo. La realidad aumentada también se presenta como un elemento tecnológico en el que el currículo de primaria va a poder depositar sus esperanzas a la hora de alcanzar las competencias establecidas, según Álvarez et al. (2017).

Como afirman Villalustre y Del Moral (2016), dentro de un enfoque interdisciplinar que alcanzan los contenidos en Educación Primaria, la realidad aumentada desempeña una función lúdica clave en la adquisición de experiencias y

conocimientos de una manera intuitiva a través de tareas cotidianas. Esta herramienta hace posible que los alumnos se aproximen y entiendan conceptos abstractos al simplificar su complejidad cognitiva.

Cabe mencionar también, que los alumnos pueden llegar a convertirse en productores y diseñadores de elementos mediante el uso de la realidad aumentada, y, una vez que los hayan construido, emplearlos como medio para analizar el entorno que les rodea y expresarse a través de ellos. Este uso de la realidad aumentada en las aulas posee una serie de ventajas que son expuestas a continuación.

2.6.1.- VENTAJAS DEL USO DE LA R.A. EN EL AULA DE PRIMARIA

La inclusión y el uso de la realidad aumentada en contextos educativos y formativos destaca por los siguientes aspectos positivos (Dunleavy et al., 2009; Di Serio et al., 2013; Hawkinson, 2014; Leiva y Moreno, 2015; Cabero y Barroso, 2015; Fombona y Vázquez, 2017):

- a) Las actividades son más rápidas e interactivas.
- b) El mundo real es enriquecido con información virtual que se le agrega y fomenta la contextualización de esa información.
- c) Facilita la adaptación de las actividades a las necesidades reales de los alumnos.
- d) Impulsa un aprendizaje práctico basado en la experiencia.
- e) Impulsa la creación de material impreso con aportación de información multimedia.
- f) Proporciona los recursos para que los alumnos creen historias digitales contextualizadas.
- g) Ofrece la oportunidad que usar espacios de aprendizaje diferentes al aula tradicional.
- h) Apoya la creación de un entorno activo. Mejora el ambiente y el clima de la clase y fomenta actitudes positivas y la implicación de los estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje.
- i) Permite la creación de diferentes dinámicas basadas en el juego, con el fin de incrementar la formación.
- j) Impulsa una resolución de conflictos basada en la estimulación de los procesos cognitivos relacionados con las capacidades de búsqueda, de selección, de análisis, de discusión y de utilización de la información.

- k) Supone un aumento de la competencia digital.
- l) Las relaciones entre alumnos y profesores y sus roles cambian positivamente.
- m) Posee un nivel de motivación alto que se fomenta a través del trabajo autónomo, la colaboración y la creatividad.
- n) Requiere de trabajo colaborativo puesto que el llevar a cabo determinadas acciones implica su reparto de una manera coordinada.

2.6.2.- DIFICULTADES PARA SU INCORPORACIÓN EN EL AULA

La incorporación de las TIC en las aulas, da lugar a procesos de innovación educativa que se traducen en una serie de cambios que se reflejan en el rol del docente y del alumno, en los espacios físicos de enseñanza, en la didáctica, en la evaluación, en los recursos, etc., y en ese proceso de adaptación a la nueva realidad educativa pueden surgir una serie de problemáticas. Cabero, De la Horra y Sánchez (2018), recogen algunas de estas dificultades a continuación:

- a) No contar con una teoría clara que nos permita establecer útiles estrategias para su inclusión.
- b) La formación inicial en esta tecnología con la que cuente el profesorado.
- c) El propio carácter novedoso de la tecnología.
- d) La constante y rápida evolución que vive la tecnología.
- e) La confusión a nivel cognitivo que puede llegar a causar la interacción que alterna la realidad con la virtualidad.
- f) La escasez de materiales educativos necesarios.
- g) La escasez de investigaciones realizadas en torno a su uso y diseño de materiales educativos a partir de ella.
- h) Problemas tecnológicos que puedan derivar de su uso, y, en consecuencia, económicos.
- i) Falta de apoyo institucional, por ejemplo, por parte del equipo directivo.
- j) Características que presenta el currículum educativo que a veces no deja margen para introducir innovaciones en el mismo.

Una vez presentadas las ventajas y las dificultades de la incorporación de la realidad aumentada en el Educación Primaria, pasamos a explicar qué pasos vamos a seguir en la creación de nuestro material en realidad aumentada.

2.7.- FASES DEL DISEÑO DE MATERIAL EN R.A.

Es necesario que diseñemos un plan a seguir en el desarrollo de la tecnología. Para ello, tomamos la decisión de seguir los siguientes pasos que nos propone Cabero (2001) para llegar a un buen resultado final: diseño, producción, posproducción y evaluación. Procedemos a continuación a explicar en que consisten cada una de las fases.

A) FASE DE DISEÑO

En concordancia con la fase de diseño estructurada por Llorente, Barroso y Cabero (2015), presentamos los siguientes apartados:

- a) Determinación de objetivos: ajustados al perfil y edad del estudiante, además de al material que se va a adaptar a realidad aumentada a nivel de contenidos.
- b) Características del estudiante: debemos prestar atención también al nivel de competencia digital que poseen los estudiantes a la hora de trabajar con TIC y a partir de ese punto pensar si es adecuada a ellos. No podemos olvidarnos tampoco del carácter estético de los recursos generados, ya que no es igual dependiendo la etapa educativa en el que se sitúen.
- c) Selección de contenidos: normalmente cometemos el error de pensar solamente en los contenidos teóricos que tiene que ofrecer nuestro material, y eso no es todo, también debemos hacer referencia al conjunto de contenidos multimedia que vamos a agregar, como pueden ser imágenes, vídeos, audios o cualquier otro tipo de archivo; sin olvidarnos claro, que deben guardar unas condiciones de calidad óptimas.
- d) Determinar el medio de producción: con esto queremos hacer referencia a la aplicación tecnológica que vayamos a escoger entre una amplia gama que previamente valoraremos, para el diseño y creación de los materiales.
- e) Plan y temporalización: este paso es fundamental con el fin de hacer una estimación del tiempo que nos va a llevar la elaboración del material en realidad aumentada en el plazo establecido.

B) FASE DE PRODUCCIÓN Y POSPRODUCCIÓN

Es la segunda de las fases propuestas por Llorente, Barroso y Cabero (2015) y que se basa en ejecutar todas las acciones diseñadas en la fase anterior. En esta fase es

necesario un control y conocimiento del lenguaje y de los aspectos técnicos de los que dispongamos a la hora de producir nuestro material en realidad aumentada.

La posproducción suele ir ligada a la fase de producción. En ella realizamos los cambios pertinentes sobre el material creado si la evaluación es negativa, para darlo por finalizado, si la evaluación es positiva. En esta fase también se unifican todos los elementos y se crean las guías didácticas que acompañarán a los materiales elaborados.

Parafraseando a Llorente, Barroso y Cabero (2015), en las fases de producción y posproducción se realizan todas las actividades instrumentales que nos van a conducir a que exista el material de realidad aumentada.

C) FASE DE EVALUACIÓN

Una vez superadas positivamente las fases de producción y posproducción, nos queda por último la fase de evaluación. En ella, según Barroso y Cabero (2015), evaluamos el material final con la intención de que nos muestre si la información es adecuada al perfil de los estudiantes, de mejorar aspectos técnicos de la misma, o de comprobar si es pertinente cambiar algo en su producción y posproducción. Esta evaluación de los materiales TIC la podemos llevar a cabo desde distintos enfoques:

- a) Autoevaluación de productores: la realizamos de forma consciente o inconsciente en el transcurso de las fases de producción y posproducción, por lo que no es necesario que esté planificada. Las ventajas que presenta este tipo de evaluación observamos que el equipo se puede sentir más abierto a la crítica, y que la información se emplea de forma más rápida. Entre los inconvenientes que se pueden presentar está la falta de objetividad, que requiere un nivel de formación y que no se tenga en cuenta a los receptores, en este caso los alumnos de quinto de Primaria.
- b) Evaluación de expertos: este tipo de evaluación presenta una serie de ventajas como la calidad de la respuesta y el nivel de profundización, y entre los inconvenientes podemos observar un grado de subjetividad, la existencia de múltiples conceptos de experto, la ubicación y disponibilidad de estos expertos, y que los datos que aportan no son incorporados de manera automática al material. Debemos tener en cuenta que existen diferentes expertos, unos pueden ser de

contenido, otros de la parte técnica y tecnológica, etc. Es de los métodos de evaluación más empleados.

- c) Evaluación por y desde los usuarios: se trata de la modalidad de evaluación más fiable, ya que entre sus ventajas presenta la participación directa de los receptores, en nuestro caso profesores y alumnos, y se suele realizar en el contexto real de aplicación del material. Por otra parte, entre sus inconvenientes se encuentran el alto grado de laboriosidad, ya que este tipo de evaluación supone un tiempo de dedicación y un coste extra que el resto no, y que los datos recogidos no se incorporan de forma automática al material, por lo que requiere de una revisión del mismo para poder lanzar una versión final. Para llevarla a cabo se puede realizar de varias formas, como, por ejemplo: de uno a uno, en grupos pequeños, en grupos grandes, o estudio de campo.

Por otra parte, entre la larga lista de instrumentos de evaluación con los que nos podemos encontrar, y que podemos utilizar para llevar a cabo la evaluación del material tecnológico en realidad aumentada, de cualquiera de las tres formas anteriormente descritas, se encuentran entre otros: observación, entrevista individual o colectiva, cuestionarios, fichas de recogida de información, debates, exámenes, cuaderno, mapas conceptuales, trabajos, etc. El instrumento escogido para la evaluación del material, será un cuestionario.

Los diferentes criterios, ítems o dimensiones de los cuales recogemos información a la hora de evaluar el material tecnológico diseñado para las asignaturas de Ciencias Sociales y Ciencias Naturales en quinto de Primaria usando la realidad aumentada, son los siguientes: grado de desarrollo de las estrategias cognitivas específicas (atención, percepción y memoria), grado de motivación e interés generado en el docente y el alumnado, grado de usabilidad del material por parte del docente y del alumnado, grado de accesibilidad a los contenidos mediante el uso del material por parte del docente y el alumnado, etc.

3.- DISEÑO Y DESARROLLO DE MATERIALES

Una vez vistos los diferentes pasos para el diseño y desarrollo de material en realidad aumentada, procedemos a explicar cada una de las fases que nos conducen a la elaboración de nuestro material.

3.1.- FASE DE DISEÑO

En este apartado, profundizamos en los objetivos de nuestro diseño, en las características del estudiante al que va dirigido, en los contenidos que abordaremos, en la aplicación multimedia que utilizaremos para desarrollar el material, y en la temporalización del diseño.

a) **Determinación de objetivos:**

En el desarrollo de este proyecto de realidad aumentada nos planteamos unos objetivos que marcan la línea del diseño de nuestro material. Son los siguientes:

1. Potenciar las estrategias cognitivas específicas como la atención, la percepción, y la memoria del alumnado de quinto de Educación Primaria.
2. Fomentar la motivación del profesorado y del alumnado frente a las Ciencias Sociales y Naturales.
3. Promover el interés y el grado de satisfacción del alumnado por las Ciencias Sociales y Naturales.
4. Promover un alto grado de usabilidad tanto de docentes como de alumnado.
5. Facilitar la accesibilidad a los contenidos de CCSS y CCNN por parte de la comunidad educativa.

b) **Características del alumnado:**

El material en realidad aumentada que diseñamos está dirigido a un alumnado de quinto de Educación Primaria Obligatoria que cursa las asignaturas de Ciencias Naturales y Ciencias Sociales. En España se sitúa entre los 10 y los 11 años. En términos de desarrollo cognitivo, el alumno se encuentra en la etapa de operaciones concretas, se produce la consolidación del pensamiento lógico-concreto que le permite una respuesta mental más segura, rápida y eficaz, se

observa una evolución en la capacidad de síntesis y análisis, y se da una transición hacia el pensamiento abstracto. A nivel físico y psicomotor el equilibrio está mucho más consolidado, las actividades motoras son más precisas y constantes, aumentan las ganas de jugar y hacer deporte, incrementa la altura y la musculatura, y empieza la formación de una nueva imagen corporal a causa de los cambios corporal y hormonales. A nivel de desarrollo del lenguaje, el niño usa mayor número de oraciones subordinadas, y el vocabulario se amplía sobre todo a través de la escuela y la familia. Por último, a nivel de desarrollo afectivo y social, el niño consolida su identidad, es consciente de sus limitaciones y capacidades, acepta las normas, adquiere actitud cooperativa, y desarrolla la participación, la tolerancia y el respeto (Carriedo, García y Gutiérrez, 2008).

c) Selección de contenidos:

Para la realización de estos materiales nos ponemos en contacto con la dirección de dos centros públicos preferentes en alumnos motóricos, que consulta al profesorado del último ciclo de Educación Primaria para que elabore un elenco de temas en los que el alumnado presenta alguna dificultad, y donde consideren que estaría bien nuestra intervención diseñando el material. De esos temas procedemos a la selección de cuatro, siendo estos: “Los animales vertebrados”, “Los animales invertebrados”, y “La materia”, de Ciencias Naturales; y, por otro lado, “El Universo y el Sistema Solar”, de Ciencias Sociales.

Los contenidos se encuentran publicados en el Decreto 26/2016, de 21 de julio, por el que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la Educación Primaria en la Comunidad de Castilla y León. Estos contenidos, según la LOMCE (2013), desarrollarán las siguientes competencias:

1. Competencia en comunicación lingüística: se refiere a la habilidad para utilizar la lengua, expresar ideas e interactuar con otras personas de manera oral o escrita.
2. Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología: competencia en ciencia se centra en las habilidades para utilizar los conocimientos y metodología científicos para explicar la realidad que nos rodea.

3. Competencia digital: implica el uso seguro y crítico de las TIC para obtener, analizar, producir e intercambiar información.
4. Aprender a aprender: es una de las principales competencias, ya que implica que el alumno desarrolle su capacidad para iniciar el aprendizaje y persistir en él, organizar sus tareas y tiempo, y trabajar de manera individual o colaborativa para conseguir un objetivo.

d) Determinar el medio de producción:

En este apartado explicamos el instrumento o la herramienta multimedia empleada para el diseño y creación de nuestro material.

En el momento de diseñar nuestro material de realidad aumentada, es imprescindible considerar el soporte con el cual lo realizaremos. La realidad aumentada es una herramienta tecnológica que puede ser tanto diseñada, como visualizada (siempre que se disponga de una cámara) a través de tableta, ordenador y móvil. Al ser aparatos de uso cotidiano y extendido, consideramos que puede estar al alcance de los alumnos.

En nuestro caso hemos utilizado una tableta (válido para sistema Android e iOS) para el desarrollo plástico y estético de los materiales, y un ordenador para todo lo referente a programación. Este proceso se desarrolla en las fases de producción y postproducción.

Previamente a la elección de la aplicación definitiva con la que se desarrolla el material de realidad aumentada, realizamos un análisis de las aplicaciones gratuitas que hay disponibles en el mercado, y que mejor se pueda adaptar a los contenidos a trabajar. En la Tabla 1 (ver Anexo I), se observan las variables que se han tenido en cuenta para la selección de la aplicación, que son: contenidos que trata, el tipo de estímulo, la representación en el espacio y los recursos y la interacción.

Todo lo anterior nos conduce a quedarnos con la aplicación CoSpaces Edu, ya que se trata de una aplicación de descarga gratuita, que no se cierra exclusivamente a una temática como cualquiera de las anteriores, sino que esta aplicación permite desarrollar la imaginación y diseñar material para adaptarlo a cualquier contenido de cualquier etapa educativa. La aplicación da la oportunidad

de crear contenido en realidad aumentada y en realidad virtual. Se puede cambiar el idioma al español. Los estímulos que ofrece son visuales, sonoros y táctiles, por lo que el nivel de interacción con la misma es inmenso. Además, se le puede añadir un *add-on* o extensión a la aplicación, como es el Merge Cube, un marcador tridimensional que hace la función de código QR, donde poder situar la capa de realidad aumentada y manipularla a nuestro antojo (ver Figura 2).



Figura 2. Fotografía del Merge Cube desde móvil. Fuente: Elaboración propia.

A continuación, procedemos a la descarga desde la App Store, para los usuarios de Apple; o desde la Play Store, para los usuarios de Android (ver Figura 1, Anexo II).

En el momento de usar la aplicación desde el ordenador, no hay que descargarla, ya que se encuentra online (ver Figura 2, Anexo II).

Una vez instalada, la abrimos y comprobamos que nos sale una pantalla que nos da la opción de registrarnos si no lo hemos hecho antes, o de acceder con nuestro usuario si ya la hemos utilizado previamente (ver Figura 3, Anexo II). Es posible acceder a través de una cuenta de Google, Microsoft, o Apple.

Cuando estemos dentro, se abre la siguiente página (ver Figura 1, Anexo III) que se trata de la pantalla principal de inicio, donde aparecen en la parte inferior una serie de apartados llamados “Galería”, “Clases”, “Espacios”, “Archivar”, “Usuarios” y “Gestionar licencias”. A continuación, explicamos alguno para un manejo básico de la aplicación *CoSpaces Edu*.

Si pulsamos en el apartado de “Galería”, la aplicación nos redirige a una pantalla con multitud de espacios virtuales y aumentados creados usuarios alrededor de todo el mundo (ver Figura 2, Anexo III). Pulsando sobre el apartado

de “Clases” accederemos a las clases que tenemos creadas donde organizaremos a nuestros alumnos y les mandaremos el material (ver Figura 3, Anexo III), en nuestro caso disponemos de “Ciencias Naturales 5º EPO” y “Ciencias Sociales 5º EPO”. Seguimos por el apartado de “Espacios” (ver Figura 4, Anexo III), que se corresponde con la pantalla principal que aparece al entrar en la aplicación. En ese apartado tendremos a nuestra disposición aquellos espacios virtuales y aumentados que creemos, es aquí donde se albergan nuestros materiales/escenarios diseñados, y desde donde accedemos a ellos; en nuestro caso observamos tres, dos de ellos destinados a la asignatura de Ciencias Naturales para trabajar “Los animales vertebrados”, “Los animales invertebrados” y “La materia”, y por otro lado, observamos otro destinado a la asignatura de Ciencias Sociales, con el que trabajaremos “La Tierra y el Universo”. A continuación, nos encontramos con la pestaña de “Usuarios” (ver Figura 5, Anexo III), desde donde podemos obtener una vista de los alumnos y docentes unidos a la misma cuenta. Por último, en el apartado de “Gestionar licencias”, podemos comprar una licencia que nos da una serie de ventajas, las cuales son comentadas cuando hablemos de la producción y la postproducción, frente a la versión Demo (demostración o prueba) de la aplicación (ver Figura 6, Anexo III).

e) Plan y temporalización:

El diseño y creación de los materiales en realidad aumentada mediante el uso de la aplicación *CoSpaces Edu*, ha supuesto un periodo de tiempo comprendido desde inicios de febrero hasta finales de abril.

La distribución de los tiempos se realizó de una forma irregular, ya que al principio es necesario invertir una mayor cantidad de horas en la aplicación, esto es debido a su carácter novedoso y a la formación inicial requerida en programación. Es por esto que las primeras semanas, correspondientes al desarrollo del tema de “El Universo y el Sistema Solar” se invirtió una media de 24 horas semanales. Sin embargo, la diferencia podemos apreciarla en las siguientes semanas en las que se desarrollaron los temas de Ciencias de la Naturaleza: “Los animales vertebrados”, “Los animales invertebrados” y “La materia”, donde el número medio de horas semanales disminuyó a 18. Esto es debido a la práctica y al rodaje adquirido, además de a la compra (durante un plazo de dos meses) de la licencia de la aplicación, lo que nos permitió acelerar todos

los procesos a la vez que nos daba acceso a mucha más riqueza de contenidos tridimensionales y multimedia.

3.2.- FASE DE PRODUCCIÓN Y POSTPRODUCCIÓN

Es interesante hacer una reseña sobre la aplicación de realidad aumentada empleada en la creación del material, *CoSpaces Edu*.

CoSpaces es una aplicación que permite crear, explorar y compartir espacios tridimensionales. La aplicación nos permite interactuar y programar movimientos de los personajes a través de dos modos de programación: Blockly, que es más intuitivo por el uso de bloques tipo Scratch (ver Figura 3), y JavaScript, algo más complejo al usar texto. Blockly es la mejor opción para los alumnos de Primaria y primeros cursos de ESO que no tengan previa experiencia en programación.

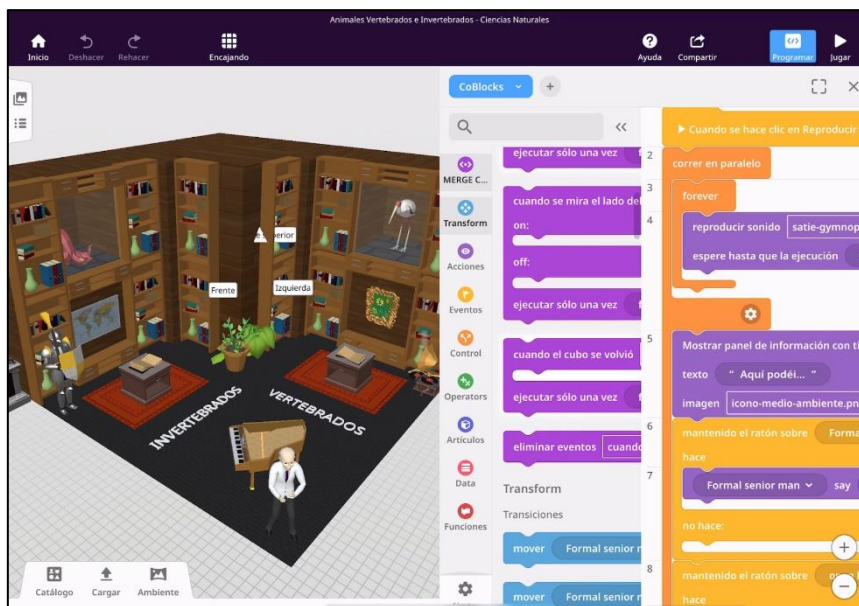


Figura 3. Captura de pantalla de programación Blockly desde tableta.

Fuente: Elaboración propia.

CoSpaces cuenta con dos versiones: la versión general y la versión educativa. La versión general es gratuita, sólo piden registrarse, y lo único que encontramos disponible son escasas opciones de programación, acceso a escasos elementos 3D, y multitud de carencias en cuanto a número de espacios permitidos, incorporación de número ilimitado de elementos multimedia, o uso del add-on del Merge Cube, entre otros.

La versión de CoSpaces Edu, creada específicamente para centros, cuenta con una serie de diferencias respecto a la general. En primer lugar, podemos iniciar sesión en la

aplicación con el rol de profesor, que puede crear sus clases, y, por otro lado, como estudiante. Si iniciamos sesión como estudiante, no hace falta introducir el correo electrónico, únicamente el código que el docente genera cuando crea la clase.

El docente puede visualizar en tiempo real el progreso de cada alumno, además, puede compartir su proyecto con el objetivo de que sea visible en Internet y en los distintos dispositivos.

CoSpaces se convierte en una aplicación ideal que niños y jóvenes pueden usar para dar rienda suelta a su pensamiento, expresar sus ideas, y ver mejorada su motivación hacia ciertas materias.

Después de haber presentado el esquema propuesto por Barroso, Cabero y Llorente (2015), procedemos a explicar el proceso de elaboración del material en realidad aumentada desde la aplicación *CoSpaces Edu*.

Una vez hayamos ingresado en la aplicación con nuestro usuario y contraseña, para empezar a crear un espacio 3D debemos pulsar en el apartado “Espacios” situado en la barra inferior, tal y como hemos presentado anteriormente. Dentro, nos vamos a encontrar un botón que dice “+ Crear CoSpace” (ver Figura 1, Anexo IV) que deberemos pulsar para que nos dirija a un espacio en blanco preparado para ser editado.

En el nuevo espacio en blanco que hayamos creado, veremos un panel en la parte inferior (ver Figura 2, Anexo IV) que si lo desplegamos nos muestra una multitud de opciones a la hora de diseñar y crear nuestro material.

El apartado “Catálogo” nos abre a infinidad de elementos 3D prediseñados por la propia aplicación y que no requieren de descarga. Éstos se dividen en varios tipos (ver Figura 3, Anexo IV), siguiendo una clasificación lógica que nos facilite su localización, siendo así “Caracteres”, “Animales”, “Viviendas”, “Naturaleza”, “Transporte”, “Artículos”, “Constructor”, “Especial”, y “Buscar”.

Si pulsamos en el apartado “Cargar”, se nos despliega un menú con los ítems “Vídeos”, “Modelos 3D”, “Imágenes”, “Todos los archivos” y “Sound” (ver Figura 4, Anexo IV).

La principal diferencia con respecto al apartado de “Catálogo” radica en que en este caso los objetos y archivos no están disponibles de forma prediseñada en la

aplicación, sino que para incorporarlos debemos cargarlos desde nuestro dispositivo, o bien buscarlos en línea.

Por último, el tercero de los apartados del panel es el de “Ambiente”, desde el mismo podremos seleccionar una imagen de fondo para la visualización de nuestro material 3D, pero esta opción es más usada en el diseño con realidad virtual, ya que una de las principales características de la realidad aumentada es su interacción con el entorno, es posicionar elementos tridimensionales virtuales en un contexto real. Un ejemplo de ello es el que se muestra en la imagen (ver Figura 5, Anexo IV), donde se ha colocado un fondo de temática del universo para acompañar al material en realidad virtual diseñado para trabajar el contenido del Universo y el Sistema Solar en la asignatura de Ciencias Sociales.

Para posicionar los diferentes elementos 3D predeterminados por la plataforma, cargados desde nuestro dispositivo, o en línea, únicamente tendremos que pulsar sobre ellos y sin soltar, arrastrar y colocarlos sobre la plantilla o red cuadrículada, definida por la propia aplicación. Es en ese momento cuando podremos modificarlos editando su tamaño, su color, su ubicación en las tres dimensiones, e incluso su interactividad a través de diferentes comandos u órdenes que diseñaremos mediante la programación por bloques anteriormente mencionada. En este punto juegan un papel importante la creatividad, la imaginación, y el tiempo del que disponga la persona encargada de diseñar y crear el material.

Tal y como podemos ver en la Figura 1 del Anexo V, a través del lenguaje de la programación conseguimos la aparición de mensajes y diálogos emergentes en la pantalla cada vez que situamos el cursor sobre uno de los personajes que se encuentran en los escenarios, o cada vez que giramos el Merge Cube en cierta dirección mostrando una cara del cubo determinada previamente en lenguaje de programación (ver Figura 2, Anexo V).

También podemos emplear la programación en el diseño de las acciones que dan vida e interacción a las actividades planteadas en el material. A continuación, hacemos una breve síntesis sobre el proceso a seguir en la resolución de las actividades:

1. En ciertos escenarios aparecen botones semiesféricos con posibilidad de interacción integrada (ver Figura 3, Anexo V).

2. Al pulsar táctilmente sobre el botón aparece una ventana emergente en la pantalla que contiene la pregunta correspondiente del cuestionario y las posibles respuestas para elegir (ver Figura 4, Anexo V).
3. Como podemos comprobar en la Figura 5 del Anexo V, si marcamos la respuesta correcta, el botón está programado para que adquiera color verde, y si fallamos el botón está programado para que adquiera un color rojo. Es importante destacar que el alumno tendrá oportunidades ilimitadas para repetir el cuestionario las veces que lo requiera con la finalidad de corregir las respuestas erróneas, si las hay, o para afianzar y repasar el temario de la asignatura correspondiente.

Nos gustaría también destacar la presencia de otros elementos interactivos que están programados para que nos transporten o redirijan a otros escenarios dentro del mismo espacio. Nos referimos a:

1. Libros (ver Figura 4): pulsando sobre ellos nos redirigen al apartado correspondiente del tema.



Figura 4. Captura de pantalla de libro interactivo desde tableta. Fuente: Elaboración propia.

2. Puertas (ver Figura 5): pulsando sobre ellas nos redirigen a la escena inmediatamente anterior de la que procedíamos.



Figura 5. Captura de pantalla de puerta interactiva desde tableta. Fuente: Elaboración propia.

3. Televisores (ver Figura 6): pulsando sobre ellos nos redirigen a una sala de cine donde se proyecta un vídeo relacionado con el tema.



Figura 6. Captura de pantalla de televisión interactiva desde tableta. Fuente: Elaboración

Finalmente, una vez diseñado y creado el material 3D, para poder visualizarlo en realidad aumentada, tan sólo debemos pulsar el botón “Jugar” situado en la esquina superior derecha, tal y como se muestra en la imagen (ver Figura 1, Anexo VI).

Después de haber pulsado el botón “Jugar”, la cámara del dispositivo se nos activa automáticamente con la finalidad de buscar un marcador donde anclar y reproducir el contenido 3D diseñado, en nuestro caso, el Merge Cube (ver Figura 2, Anexo VI). Los diferentes dibujos que presenta en cada una de sus caras el Merge Cube, funcionan como códigos QR que son leídos por el dispositivo e interpretados, obteniendo la información en ellos guardada, con el fin de colocar el escenario diseñado en la posición correcta.

En el momento que el material ha quedado anclado al Merge Cube y podemos visualizarlo en las pantallas de nuestros dispositivos, podemos interactuar con ello y explorarlo de varias formas distintas, entre ellas:

1. Sosteniendo el dispositivo en nuestras manos y desplazándonos alrededor del Merge Cube, apoyado en una superficie fija, visualizando cada uno de sus caras (ver Figura 3, Anexo VI).
2. Sosteniendo en nuestras manos el Merge Cube y rotándolo con una libertad de ángulo de 360° con el objetivo de visualizar todas sus caras (ver Figura 4, Anexo VI). El dispositivo se encuentra fijo en una posición.

Es fundamental considerar un factor importante a la hora de poder hacer un uso óptimo del Merge Cube, la luz. Es imprescindible utilizar el Merge Cube en un lugar con unas condiciones de luz adecuadas para poder visualizar en realidad aumentada el diseño del material en 3D, de lo contrario, unas condiciones ambientales de poca luz, no ayudan a la cámara del dispositivo a reconocer y leer bien los dibujos de las caras del cubo.

Una vez superada la fase de producción y postproducción, procedemos a la presentación de las actividades incorporadas en cada uno de los temas, con las que se fomenta un aprendizaje por descubrimiento, a la vez que un refuerzo y afianzamiento del temario impartido en clase, por lo tanto, cada docente puede plantear la realización de las actividades con distintas finalidades como: introducción del tema, evaluación final del tema, para practicar la memorización y el recuerdo, como repaso, etc.

Cada uno de los temas cuenta con un número de actividades variable a lo largo de su desarrollo. Las actividades diseñadas están incluidas dentro del propio escenario de realidad aumentada, por lo que deberán realizarse a través de un dispositivo electrónico, como un móvil, una tableta, o un ordenador, que nos permitan visualizar el material.

Los alumnos pueden realizar las actividades las veces que lo deseen tanto dentro del contexto educativo, como fuera del mismo, por ejemplo, en sus respectivos hogares, siempre y cuando cuenten con un dispositivo tecnológico desde donde poder visualizarlo, además de un Merge Cube que permita reproducirlo.

A continuación, procedemos a la exposición del material resultante de nuestro diseño estructurándolo en los 4 temas inicialmente seleccionados, facilitando de este modo su comprensión:

- Los animales vertebrados (Ciencias Naturales):
- El diseño en realidad aumentada del tema de “Los animales vertebrados”, está estructurado en distintos escenarios a través de los cuales nos desplazamos interactuando con los ítems (puertas, libros y televisiones).

Este material didáctico se divide en 6 escenarios principales: el primero de ellos, que podemos apreciar en la Figura 7, consiste en la sala principal donde se presenta a los animales vertebrados. Cuenta con un cubo en el centro que nos muestra la clasificación de los animales vertebrados en mamíferos, aves, peces, anfibios y reptiles. El resto de cinco escenarios corresponden a cada uno de los tipos de vertebrados, está diseñado siguiendo una temática propia acorde al contenido (ver Figura 8). En cada uno de ellos podemos encontrarnos un cuestionario de seis preguntas, que el alumno debe realizar después de haber visualizado el vídeo explicativo. Si se falla la respuesta, el botón se pone de color rojo, y si se acierta, verde. Se pueden repetir las preguntas las veces que sean necesarias. Algunos ejemplos de preguntas que deben responder son: ¿Cómo es la fecundación de los mamíferos?, ¿A través de qué órganos respiran las aves?, ¿La temperatura corporal de los reptiles depende del medio?, etc. (ver Figura 9)



Figura 7. Captura de pantalla de escenario principal del tema de vertebrados desde tableta. Fuente: Elaboración propia.



Figura 8. Captura de pantalla de escenario de las aves desde tableta. Fuente: Elaboración propia.

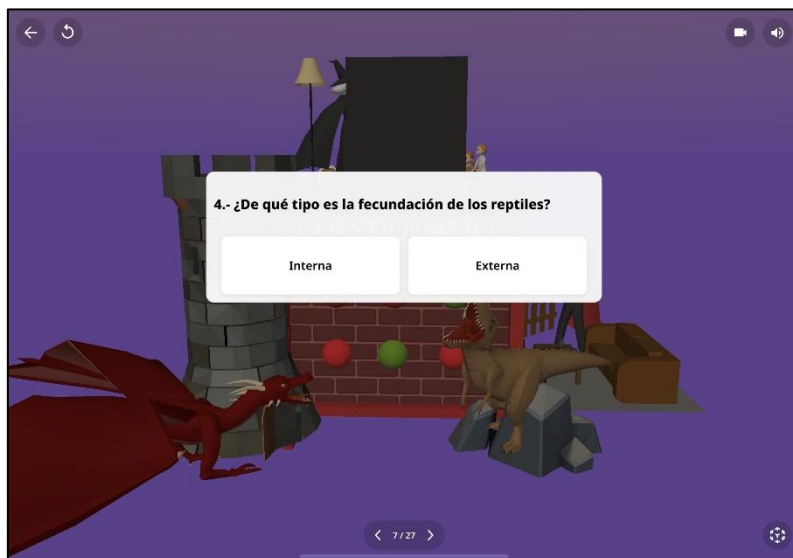


Figura 9. Captura de pantalla de pregunta del cuestionario de reptiles desde tableta. Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se señala la temporalización que hemos utilizado para uno de los escenarios en los que se divide el tema, los mamíferos. Para este tema se propone una temporalización caracterizada por ser modificable y flexible acorde a los intereses del docente. Es una propuesta orientativa, que el profesor puede ampliar o reducir en función de las capacidades, intereses y motivaciones del alumno.

- 0:30 minutos: visualización de vídeo introductorio de los animales vertebrados.
- 2:00 minutos: visualización de vídeo explicativo de los mamíferos (ver Figura 10).
- 6:00 minutos: realización del cuestionario de los mamíferos (1 minuto por pregunta)
- TOTAL: 8:30 minutos.



Figura 10. Captura de pantalla de escenario con vídeo explicativo de la materia desde tableta. Fuente: Elaboración

- Los animales invertebrados (Ciencias Naturales):

El diseño en realidad aumentada del tema de “Los animales invertebrados”, está estructurado en distintos escenarios a través de los cuales nos desplazamos interactuando con los ítems (puertas, libros y televisiones).

Este material didáctico se divide en 6 escenarios principales: el primero de ellos consiste en la sala principal donde se presenta a los animales invertebrados, tal y como se presenta en la Figura 11. Cuenta con un cubo en el centro que nos muestra la clasificación de los animales invertebrados en artrópodos, gusanos, moluscos, celentéreos, y esponjas y equinodermos. El resto de los cinco escenarios corresponden a cada uno de los tipos de invertebrados, está diseñado acorde al contenido (ver Figura 12). En cada uno podemos encontrarnos un cuestionario de seis preguntas, que el alumno debe

realizar después de haber visualizado el vídeo explicativo. Si se falla la respuesta, el botón se pone de color rojo, y si se acierta, verde. Se pueden repetir las preguntas las veces que sean necesarias. Algunas preguntas son: ¿Según qué criterio dividimos a los artrópodos?, ¿Cómo se fijan los pólipos a las rocas?, ¿Cómo es el cuerpo de las medusas?, etc. (ver Figura 13)

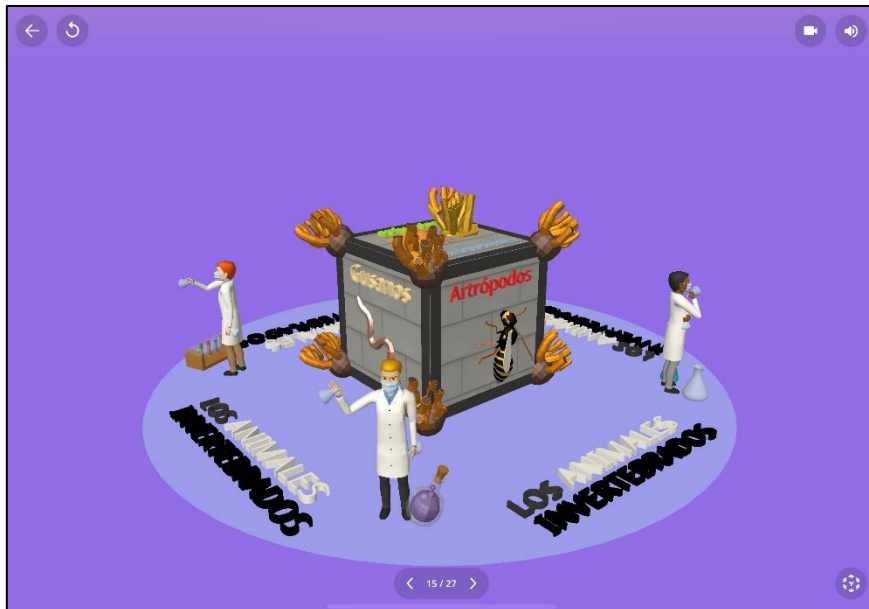


Figura 11. Captura de pantalla de escenario principal del tema de invertebrados desde tableta. Fuente: Elaboración propia.

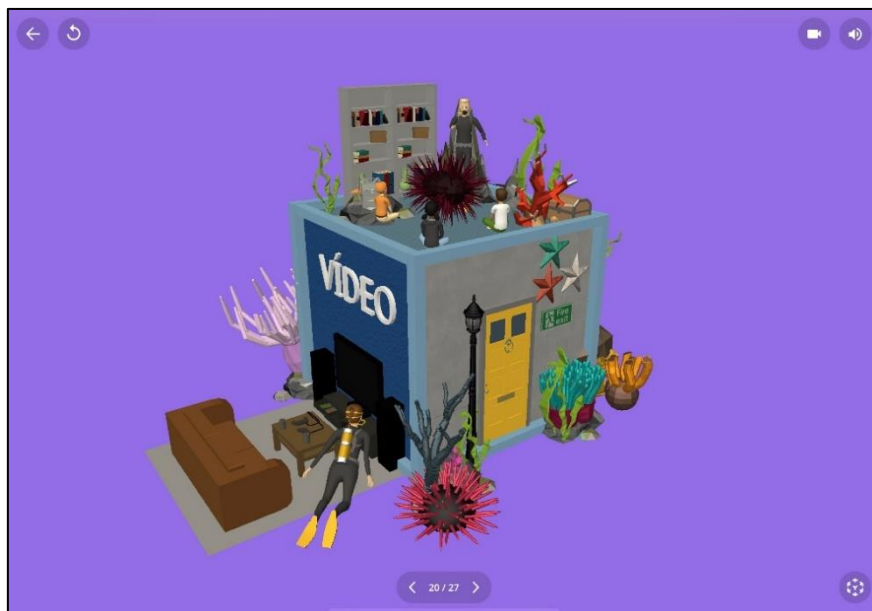


Figura 12. Captura de pantalla de escenario de las esponjas y equinodermos desde tableta. Fuente: Elaboración propia.



Figura 13. Captura de pantalla de pregunta del cuestionario de artrópodos desde tableta. Fuente: Elaboración propia.

- La materia (Ciencias Naturales):
- El diseño en realidad aumentada del tema de “La materia”, está estructurado en distintos escenarios a través de los cuales nos desplazamos interactuando con los ítems (puertas, libros y televisiones).

Esta unidad didáctica se divide en 5 escenarios principales: el primero de ellos consiste en la sala principal donde se presentan los sub-apartados en los que está dividido el tema (ver Figura 14). Cuenta con unos libros que al pulsar sobre ellos nos dirigen a los otros cuatro escenarios planteados, siendo estos: estados de la materia, cambios de estado de la materia, mezclas homogéneas y heterogéneas, y cambios físicos y químicos. Estos escenarios están diseñados siguiendo una temática propia acorde al contenido (ver Figura 15). En cada uno de ellos podemos encontrarnos un cuestionario de seis preguntas, que el alumno debe realizar después de haber visualizado el vídeo explicativo. Si se falla la respuesta, el botón se pone de color rojo, y si se acierta, verde. Se pueden repetir las preguntas las veces que sean necesarias. Algunos ejemplos de preguntas son: ¿Qué tipo de cambios son generalmente reversibles?, ¿Qué tipos de mezclas existen?, ¿Qué proceso ocurre al enfriar mucho una sustancia líquida?, ¿Cuál es una característica de la materia en estado sólido?, etc. (ver Figura 16)



Figura 14. Captura de pantalla de escenario principal del tema de la materia desde tableta. Fuente: Elaboración propia.



Figura 15. Captura de pantalla del escenario de cambios físicos y químicos desde tableta. Fuente: Elaboración propia.



Figura 16. Captura de pantalla de pregunta del cuestionario de cambios de estado desde tableta. Fuente: Elaboración propia.

- El Universo y el Sistema Solar (Ciencias Sociales):

El diseño en realidad virtual del tema de “El Universo y el Sistema Solar”, únicamente se articula en un escenario (una nave espacial) dividido en diversas estancias mediante paredes y puertas (ver Figura 17).

Esta unidad didáctica se divide en tantas habitaciones como planetas tiene el Sistema Solar, es decir, ocho más salas y pasillos que comunican unas con otras. Las salas están decoradas guardando una relación estética acorde con el planeta correspondiente (ver Figura 18). En cada uno de ellas podemos encontrarnos una serie de preguntas que el alumno tiene que responder correctamente para poder abrir las puertas y pasar a la siguiente sala. Se plantea como un circuito en el que el alumno debe llegar hasta el final y derrotar al villano Kepler. Si se falla la respuesta, las puertas no se abrirán. Se pueden repetir las preguntas las veces que sean necesarias. Algunos ejemplos de preguntas son: ¿Cómo se llama la galaxia donde se sitúa el Sistema Solar?, Une el concepto “asteroide” con su definición, ¿Qué nombre recibe el movimiento de la Tierra alrededor del Sol?, etc. (ver Figura 19)



Figura 17. Captura de pantalla de la entrada a la nave espacial desde tableta. Fuente: Elaboración propia.



Figura 18. Captura de pantalla de la habitación del planeta Tierra desde tableta. Fuente: Elaboración

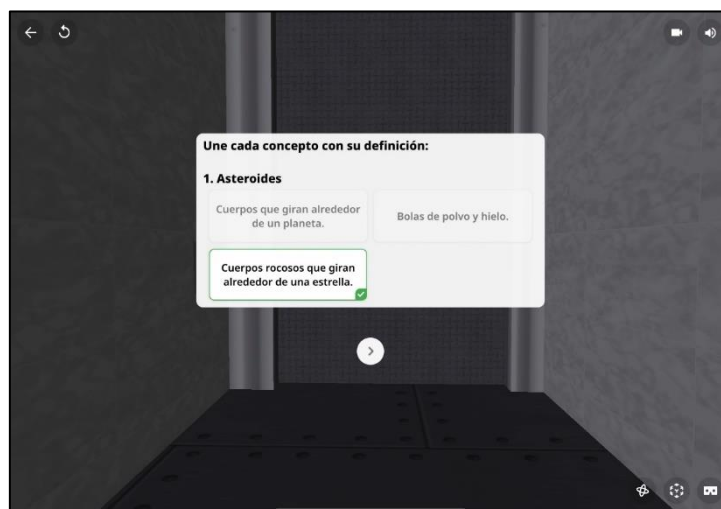


Figura 19. Captura de pantalla una pregunta para acceder a sala de Mercurio desde tableta. Fuente: Elaboración propia.

3.3.- FASE DE EVALUACIÓN DEL MATERIAL

En esta etapa procedemos a la valoración del material elaborado, para lo que se ha realizado un cuestionario dirigido a los docentes de Ciencias Naturales y Ciencias Sociales de 5º de Educación Primaria, y que ha de cumplimentar cuando finalice el uso y manejo del material en realidad aumentada.

El cuestionario (ver Tabla 1, Anexo VII) consta con 18 ítems que abordan aspectos relacionados con usabilidad, accesibilidad, interés, motivación, comprensión, etc., y que presentan una posibilidad de respuesta del 1 al 6, que va desde “Totalmente en desacuerdo” (1), a “Totalmente de acuerdo” (5), además de incluir “No sabe/no contesta” (6); en relación al grado de aprobación o desaprobación de cada afirmación. El cuestionario es anónimo, se rellena marcando con una X la casilla que se considere oportuna.

1	2	3	4	5	6
Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Indiferente	De acuerdo	Totalmente de acuerdo	No sabe/no contesta

4.- CONCLUSIONES

Finalizamos el Trabajo de Fin de Grado haciendo referencia a varias reflexiones sobre el desarrollo que hemos llevado a cabo dando respuesta a los objetivos redactados inicialmente. Además, destacamos también las implicaciones a nivel personal y académico que hemos tenido con el trabajo.

Es fundamental mencionar la importancia del papel que cumplen las TIC dentro del sistema educativo y la formación de los docentes en las mismas, siendo estos los que han de ser conscientes del enorme cambio que se está produciendo en la educación. Es imprescindible ofrecer al profesorado la formación y las herramientas tecnológicas necesarias, como la realidad aumentada con el fin de mejorar la calidad de la educación.

Para que se produzca la aceptación total de una innovación tecnológica, como la realidad aumentada, es clave que los usuarios la perciban como una herramienta además

de útil, fácil de usar en quehacer docente, proporcionando un impacto positivo en las creencias y actitudes tanto en profesores, como en estudiantes.

La realización de este trabajo nos ha reafirmado que para que un aprendizaje tenga un alto grado de significatividad, debemos adquirir el conocimiento a través de la práctica vinculada a contextos y situaciones concretas y reales, esto nos lo ofrece la realidad aumentada.

Al igual que se mencionan los beneficios de trabajar con realidad aumentada, también puede presentar una serie de desventajas o problemas que debemos solucionar de la manera más creativa posible con el fin de que el conjunto de la comunidad educativa acepte su efectividad y se decida por incluirla en su dinámica (Davis, 1993).

Leiva y Moreno (2015) comentan la necesidad que presentan los docentes en la adquisición de competencias digitales para poder usar recursos didácticos mediante las TIC. El rol del docente ha cambiado, ahora se demanda un perfil que no sólo sea competente en materia pedagógica, sino también científica y tecnológica.

Siguiendo en la misma línea, Rodríguez (2017) hace referencia a que la incorporación de tecnologías como la realidad aumentada en el aula, no debe suponer un cambio angustioso para el profesor, sino un camino de formación que requiere de una inversión de tiempo, ya que, de lo contrario, podrían o alcanzar su objetivo principal, que sus alumnos aprendan.

Entendemos que a causa de la dificultad práctica que presentan las Ciencias Naturales y las Ciencias Sociales, y más aún en la etapa de Educación Primaria, el uso de la realidad aumentada en el aula, nos va a permitir reproducir condiciones, situaciones y experiencias, que, de otro modo, resultan imposibles. Es un hecho constatable que nuestra realidad se muestra en 3D, mientras que los materiales didácticos que se nos presentan son en 2D. La realidad aumentada nos ayuda a ajustar y comprender los cambios de escalas y ritmo de ciertos contenidos, como son: los cambios en la materia, o los movimientos de los planetas.

La realidad aumentada nos ha permitido establecer una alternativa segura a las prácticas de laboratorio o prácticas de clase al incluirlas en un entorno más controlado.

Para la realización del material diseñado y creado en este trabajo, sólo es necesario disponer de unos conocimientos de uso y manejo de TIC a nivel de usuario. En un inicio,

a pesar del carácter intuitivo de la aplicación empleada, *CoSpaces Edu*, nuestro ritmo de trabajo fue mucho más lento por la falta de contacto con herramienta de realidad aumentada y su programación, si bien, en sólo dos semanas se observó la soltura en el uso y manejo de la misma. La compra de la licencia, con cargo al proyecto autonómico, por parte del grupo de investigación DINper, proporcionó nuevas posibilidades técnicas y estéticas.

Consideramos que el uso de la aplicación *CoSpaces Edu* es adecuado para integrarla dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje debido al alto grado de accesibilidad, interacción, y usabilidad que ofrece, favoreciendo considerablemente el trabajo para la mejora de las estrategias cognitivas específicas como la atención, la percepción y la memoria. Cuenta con la ventaja de que está adaptada a todos los entornos que podemos encontrar en el aula y en el centro, dado que se puede ejecutar tanto con ordenadores, como con dispositivos móviles y tabletas.

En un primer momento, el planteamiento inicial es acudir a los centros y dejar el material diseñado, por lo tanto, se prestan tabletas y Merge Cubes, considerando que el profesorado ha de ser informado y formado de un modo claro y detallado sobre el uso y manejo de realidad aumentada.

La previsión de implementación en las aulas era durante la segunda quincena de abril, si bien debido a la situación sanitaria excepcional, no ha podido realizarse puesto que no hay acceso a los centros.

Así mismo, dentro de esta programación, tras dos semanas aproximadas de uso del material, el profesorado rellena un cuestionario para evaluar aspectos de diseño, desarrollo e implementación del material en realidad aumentada. Existe un contacto directo con los centros de cara a que, si en algún momento surge un problema con el material, se puede acercar una persona a apoyar al profesor.

Cabe señalar que se deja todo preparado, para que a medida que se pueda volver a las aulas de manera presencial, se ponga inmediatamente a disposición de los centros.

Finalizar señalando que la RA, como tecnología educativa, no debe nunca sustituir a la enseñanza, sino complementarla. Además, si deseamos que sea eficaz, debemos integrarla dentro de un proyecto educativo, como en este trabajo se ha hecho para las asignaturas de Ciencias Naturales y Ciencias Sociales de 5º de Educación Primaria.

5.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adell, J., y Castañeda, L. (2012). Tecnologías emergentes, ¿pedagogías emergentes? *Asociación Espiral, Educación y Tecnología*. 13-32.
- Aguaded, I., y Cabero, J. (2014). Avances y retos en la promoción de la innovación didáctica con las tecnologías emergentes e interactivas. *Educación*, 30: 67 – 83.
- Andrés, M. P. et al. (2016). *Experiencias interactivas con realidad aumentada en las aulas*. Octaedro.
- Aparici, R. (2010). *Educomunicación: Más allá de la web 2.0*. Barcelona: Gedisa.
- Azuma, R. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators and virtual environments* 6(4), 355 – 385. DOI: <http://bit.ly/2sTy4AD>
- Basogain, X., Olabe, M., Espinosa, K., Rouèche, C., y Olabe, J.C. (2010). *Realidad Aumentada en la Educación: una tecnología emergente*. Bilbao, España.
- Bernal, A. (2009). Cibermundo y educación. Bosquejo de un nuevo marco formativo en contextos postmodernos. *Teoría de la Educación* 21(1) 71-102.
- Bressler, D.M., & Bodzin, A.M. (2013). A mixed methods assessment of students' flow experiences during a mobile augmented reality science game. *Journal of computer assisted learning* 29(6), 505-517.
- Cabero, J. (2001). *Tecnología educativa. Diseño y utilización de medios en la enseñanza*. Paidós.
- Cabero, J., et al. (2017). Diseño, producción, evaluación y utilización educativa de la realidad aumentada. *Secretariado de Recursos Audiovisuales y NNTT. Universidad de Sevilla*.
<https://grupotecnologiaeducativa.es/images/LIBROS/ra17.pdf>
- Cabero, J., y Barroso, J. (2015). *Nuevos retos en tecnología educativa*. Síntesis, S.A.
- Cabero, J., y Barroso, J. (2015). Realidad aumentada: posibilidades educativas. En J. Ruiz-Palmero, J. Sánchez-Rodríguez y E. Sánchez-Rivas (eds.). *Innovaciones con tecnologías emergentes*. Universidad de Málaga.

- Cabero, J., De la Horra, I., Galinsoga, M., Marín, V., Navarro, F., Sánchez, J., y Recio, S. (2018). *La realidad aumentada como herramienta educativa*. Paraninfo.
- Cabero, J., García, F., Casado, I., Gallego, O., Barroso, J., y Gómez, M. (2016). *Realidad aumentada*. Síntesis.
- Cabero, J., y Guerra, S. (2011). La alfabetización y formación en medios de comunicación en la formación inicial del profesorado. *Educación XXI* 14(1) 89-115.
- Cabero, J., Leiva, J., Moreno, N., Barroso, J., y López, E. (2016). *Realidad aumentada y educación*. Octaedro.
- Carneiro, R., Toscano, J.C., y Díaz, T. (2009). *Los desafíos de las TIC para el cambio educativo*. España. OEI.
- Cebrián, M., y Ruiz, J. (2008). Impacto producido por el proyecto de centros TIC en CEIP e IES de Andalucía desde la opinión de docentes. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 141 – 154.
- Chiang, T.-H.-C., Yang, S.-J.-H., & Hwang, G.-J. (2014). An augmented reality-based mobile learning system to improve students' learning achievements and motivations in Natural Science inquiry activities. *Educational Technology & Society* 17(4), pp. 352 – 365. http://www.ifets.info/journals/17_4/24.pdf
- Cózar, R. y Sáez, J.M. (2017). Realidad aumentada, proyectos en el aula de primaria: experiencias y casos en Ciencias Sociales. *EDMETIC, Revista de Educación Mediática y TIC* 6(1), 165-180. DOI: <https://doi.org/1.21071/edmetic.v6i1.5813>
- Das, S. (2012). On two metaphors for pedagogy and creativity in the digital era: liquid and solid learning. *Innovations in Education and Teaching International* 49(2), 183-193.
- Davis, F. (1993). User acceptance of information technology: System characteristics, user perceptions and behavioral impacts. *International Journal Man-Machine Studies*, 38 (3), pp. 475 – 487. DOI: <http://dx.doi.org/10.1006/imms.1993.1022>
- Desarrollo evolutivo*. (s.f.) Universidad Camilo José Cela. Consultado el 7 de abril de 2020. https://www.campuseducacion.com/cursodemo/ludicasU01_A05.html

- Díaz, J., y Troyano, Y. (2013). El potencial de la gamificación aplicado al ámbito educativo. *III Jornadas de Innovación Docente. Innovación Educativa: respuesta en tiempos de incertidumbre*.
- Di Serio, Á., Ibáñez, M.B., & Delgado, C. (2013). Impact of an augmented reality system on students' motivation for a visual art course. *Computers & Education*, 68, 586-596. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2012.03.002>
- Downes, S. (2010). New technology supporting informal learning. *Journal of Emerging Technologies in Web Intelligence*, 2(1), 27 – 33.
- Dunleavy, M., Dede, C., & Mitchell, R. (2009). Affordances and limitations of immersive participatory augmented reality simulations for teaching and learning. *Journal of Science Education and Technology*, 18(1), 7-22. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10956-008-9119-1>
- Durall, E. et al. (2012). *Perspectivas tecnológicas: educación superior en Iberoamérica*.
- Ermí, L., & Mäyrä, F. (2005). Player – Centred Game Design: Experiences in using scenario study to inform mobile game design. *Game Studies*, 5(1).
- Fombona, J., Pascual, M.J., y Madeira, M.F. (2012). Realidad aumentada, una evolución de las aplicaciones de los dispositivos móviles. *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 41, 197-210.
- Fombona, J., y Vázquez, E. (2017). Posibilidades de utilización de la geolocalización y realidad aumentada en el ámbito educativo. *Educación XXI*, 20(2), 319-342
- Hamari, J., & Koivisto, J. (2013). Social motivations to use gamification: an empirical study on gamifying exercise. *Proceedings of the 21st European Conference on Information Systems*, 5-8.
- Hargreaves, A. (2003). *Enseñar en la sociedad del conocimiento*. Octaedro.
- Hawkinson, E. (2014). Augmented reality enhanced materials design for language learning. *Proc. of the Asian Conference on technology in the classroom. The International Academic Forum*, 155-161.

- Hernández, S. (2008). El modelo constructivista con las nuevas tecnologías: aplicado en el proceso de aprendizaje. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)*, 5(2), 26-35. DOI: <http://dx.doi.org/10.7238/rusc.v5i2.335>
- Johnson, L. et al. (2013). *Perspectivas tecnológicas: Educación Superior en América Latina 2013-2018. Un análisis regional del Informe Horizonte del NMC*.
- Kapp, K. (2012). *The gamification of learning and instruction: Game-based methods and strategies for training and education*.
- Kim, H., & Hyum, M. (2016). Predicting the Use of Smartphone-Based Augmented Reality: Does telepresence really help?. *Computers in Human Behaviour*, 59, 28-38.
- Koehler, M.J., & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 60-70.
- Lai, C.H. et al. (2013). Scan & Learn: Exploring application of dynamic Quick Response codes in digital classroom. *Bulleting of IEEE Technical Committee on Learning Technology*, 15(3), 2-5.
- Latifah Abdol Latif et al. (2012). Can the use of QR codes enhance m-learning environment?. *Journal Lifelong Learning Society*, 8(2), 1-20.
- Leiva, J.J., y Moreno, N.M. (2015). Tecnologías de geolocalización y realidad aumentada en contextos educativos: experiencias y herramientas didácticas. *Revista DIM*, 31, 1-18.
<http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5081652&orden=0&info=link>
- Llorente, M.C., Barroso, J., y Cabero, J. (2015). Las tecnologías de la información y la comunicación: principios para su aplicación, integración y selección educativa. En J. Barroso y J. cabero, (2015). *Nuevos retos en tecnología educativa*. Síntesis S.A., pp. 41 - 68.
- Luque, J. (2012). Códigos QR. *ACTA (Autores Científico-Técnicos y Académicos)*, 63-28.

- Manovich, L. (2006). *El lenguaje de los nuevos medios de comunicación. La imagen en la era digital*. Paidós.
- Marín, V. (2012). *Los videojuegos y los juegos digitales como materiales educativos*. Síntesis.
- Mattelart, A. (2007). Historia de la sociedad de la información. *En Master en NNTT aplicadas a la Educación. La educación en la sociedad de la información*, 39-53. Paidós.
- Milgram, P., et al. (1994). Augmented reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum. *Telem manipulator and telepresence technologies*, 2351, 282-292. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.83.6861&rep=rep1&type=pdf>
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2013). Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa. Boletín Oficial del Estado. N° 295 de 10 de diciembre de 2013.
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2015). Competencias claves LOMCE. <https://www.mecd.gob.es/educacion-mecd/mc/lomce/el-curriculo/curriculo-primaria-eso-bachillerato/competencias-clave/digital.html>
- Moersch, C. (1995). Levels of technology implementation: A framework for measuring classroom technology use. *Learning and Leading with Technology*, 23(3), 40-42.
- Moreno, J. (2016). QR-Learning y sistemas de información geográfica en la enseñanza de la geografía. *Eduweb*, 10(2), 114-124.
- Muñoz, J.M. (2013). Realidad aumentada, realidad disruptiva en las aulas. *Boletín SCOPEO*, 82. <http://scopeo.usal.es/realidad-aumentada-realidad-disruptiva-en-las-aulas/>
- Pérez-Fuentes, M.C. et al. (2011). Violencia escolar y rendimiento académico: Aplicación de realidad aumentada. *European journal of investigation in health, Education and Psychology*, 1(2), 71-84.
- Rama, C. (2014). Las innovaciones digitales en educación y la irrupción de una pedagogía informática. *Hamut'ay*, 1, 52 – 64.

- Richardson, D., (2016). Exploring the Potential of a Location Based Augmented reality Game for Language Learning. *International Journal of Game-Based Learning*, 6(3), 34 – 49.
- Rodríguez, V. (2017). Importancia de la formación de los docentes en las instituciones educativas. *Boletín Científico de la Escuela Superior de Huejutla*, 5(9).
- Ruiz, D. (2013). *La realidad aumentada y su aplicación en el patrimonio cultural*. TREA.
- Toriz, E.G., y Murillo, R.M.C. (2017). Aprendizaje basado en gamificación y en espacios educativos para potenciar habilidades de estudiantes nativos digitales. *Revista Electrónica Anfei Digital*. Año 3, nº6.
- Villalustre, L., y Del Moral, M.E. (coords.). (2016). *Experiencias interactivas con realidad aumentada en las aulas*. Barcelona, Octaedro.
- Whitton, N. (2010). *Learning with digital games. A practical guide to engaging students in Higher Education*. Routledge.
- Wu, H-S., Wen-Yu, S., Chang, H-Y., & Liang, J. (2013). Current statud, opportunities and challenges of augmented reality in Education. *Computers & Education*, 62, 41-9. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2012.10.024>
- Zichermann, G., & Cunningham, C. (2011). *Gamification by design: Implementing game mechanics in web and mobile apps*. O'Reilly Media, Inc.

6.- ANEXOS

6.1.- Anexo I – Análisis de aplicaciones de R.A.

Nombre de la aplicación	Contenidos que trata	Tipo de estímulos	Representación en el espacio	Recursos e interacción
Animal 4D. Para Android y iOS. Español.	Animales y zoología. Identificación de animales que se corresponden con su alimentación y letras del abecedario.	Visuales.	Animales en 4D. Permite apreciar su aspecto físico y movimientos.	Tiene marcadores que se deben emparejar con los animales.
Solar System. Para Android y iOS. Español e inglés.	Astronomía y exploración espacial. El sistema solar, la Tierra, la Luna, etc.	Ofrece estímulos visuales para acceder a la vía láctea, el sistema solar, etc.	Planetas y sistema solar en 3D, pequeñas animaciones.	Marcadores de realidad aumentada y pequeños juegos.
El Sistema Solar. Para Android y iOS. Español e inglés.	El sistema solar, los planetas y sus características.	Visuales y sonoros a través de animaciones.	Sistema solar y planetas en 3D.	Objetos con animaciones para dar dinamismo. Pequeñas explicaciones.
Arloon Chemistry. Para Android y iOS. Español e inglés.	Conceptos de química, representación moléculas, sales, nomenclatura, etc.	Estímulos visuales, sonoros y táctiles al tener recursos multiformato.	Representa moléculas y partículas en 3D.	Pequeñas actividades como retos que favorecen la interactividad.
iScienceAR. Para Android y iOS. Inglés.	La materia, los átomos, la gravedad, química.	Estímulos visuales, sonoros y táctiles mediante diversos experimentos.	Representación 3D de átomos, materiales, experimentos.	Facilita la interacción con los modelos 3D y los experimentos.
Mapa Estelar. Para Android y iOS. Español e inglés.	Constelaciones, Tierra en el universo.	Estímulos visuales y táctiles al ver las constelaciones y poder acceder a información añadida.	Universo en 3D. Aporta mapa preciso y en tiempo real de las estrellas y los planetas.	Facilita la interacción para obtener información de las estrellas y los planetas.
LaborAPPTorio. Para Android y iOS. Español.	Conceptos de física y química. Materiales y procesos.	Estímulos visuales a través de vídeos.	Visualización 2D de vídeos de procesos químicos y físicos.	Poca interacción con la parte de realidad aumentada, ya que casi todo se basa en la visualización de vídeos.

Tabla 1. Análisis de las diferentes aplicaciones gratuitas de R.A en el mercado.

Fuente: Elaboración propia.

6.2.- Anexo II – CoSpaces Edu: descarga, registro y acceso.



Figura 1. Captura de pantalla de la aplicación *CoSpaces Edu* desde móvil. Fuente: Elaboración propia.

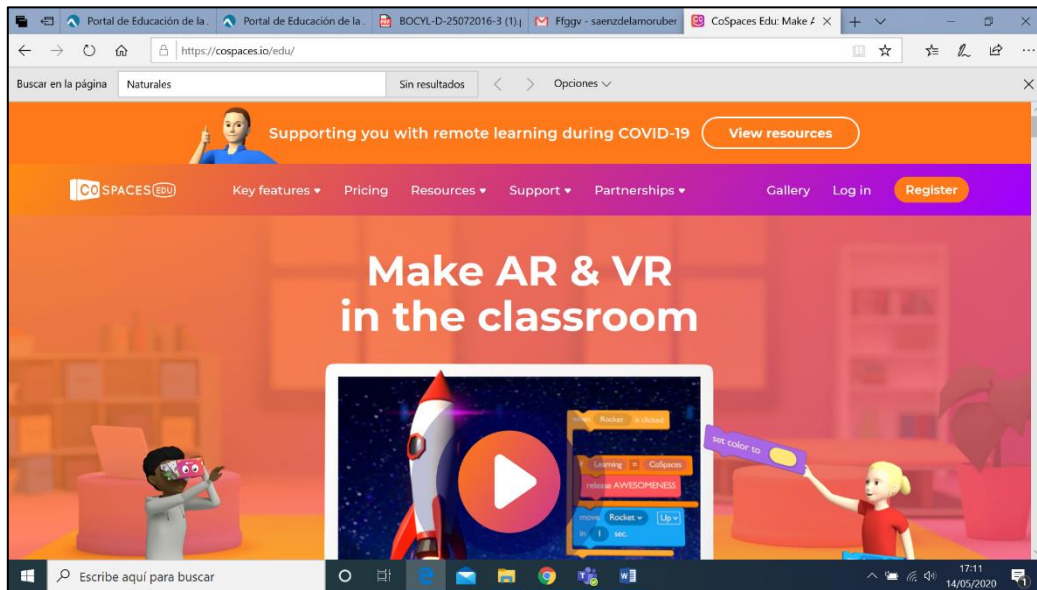


Figura 2. Captura de pantalla de la aplicación *CoSpaces Edu* online desde ordenador. Fuente: Elaboración propia.

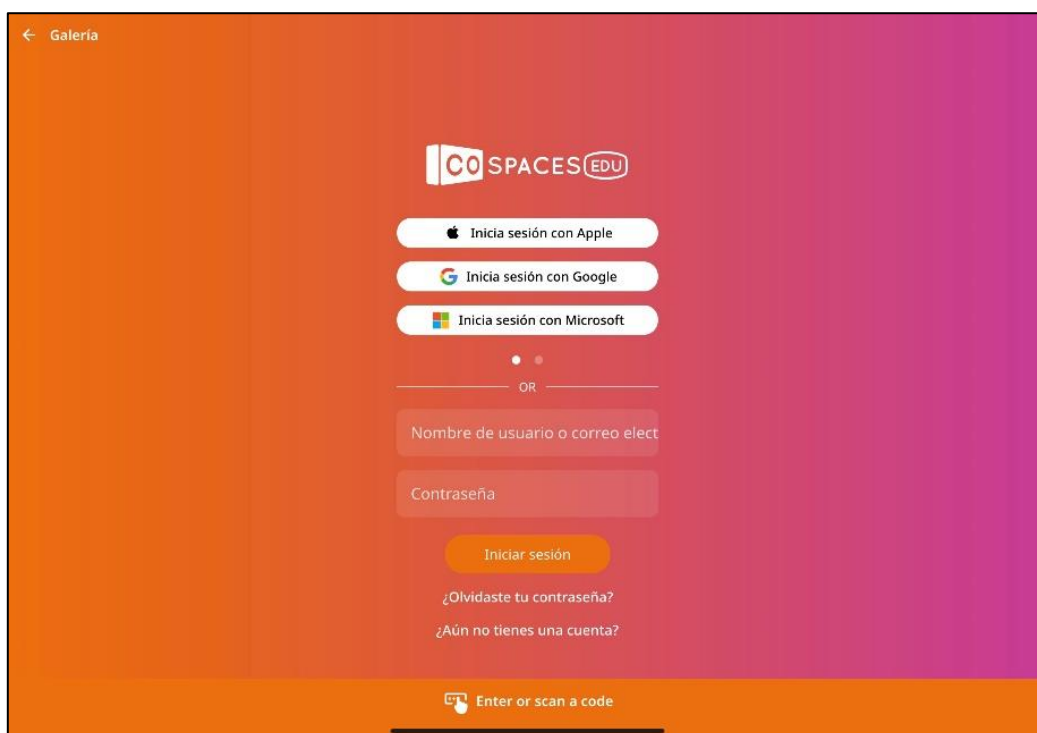


Figura 3. Captura de pantalla de la pantalla de acceso desde tableta. Fuente: Elaboración propia.

6.3.- Anexo III – Estructura y organización de CoSpaces Edu.

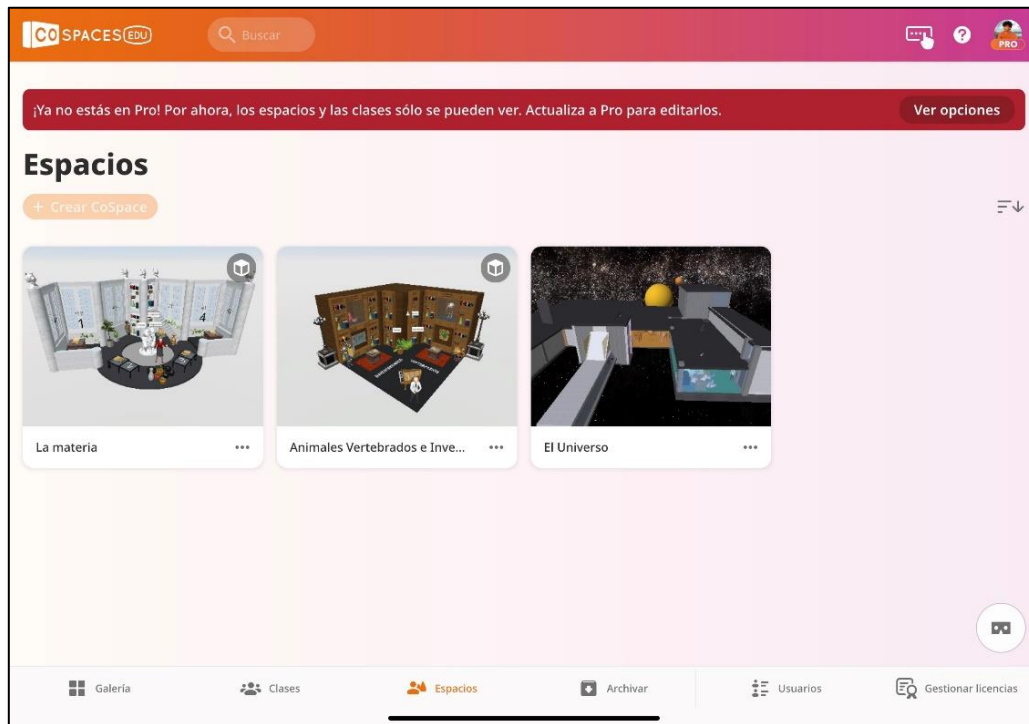


Figura 1. Captura de pantalla de la pantalla de inicio de la aplicación desde tableta. Fuente: Elaboración propia.

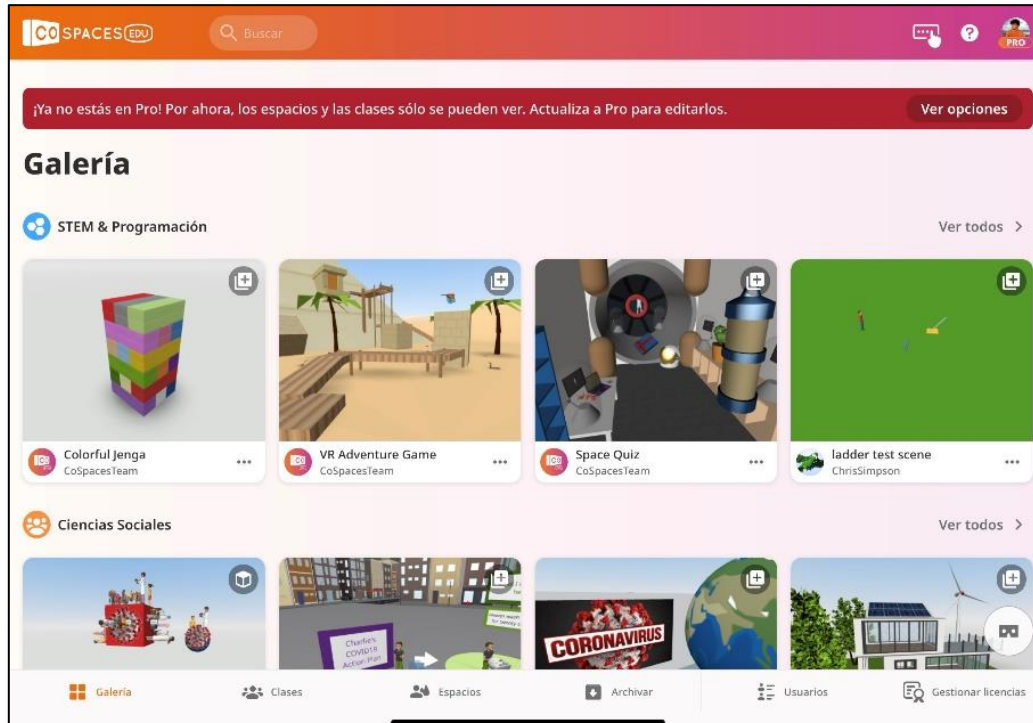


Figura 2. Captura de pantalla de la pantalla "Galería" desde tableta. Fuente: Elaboración propia.

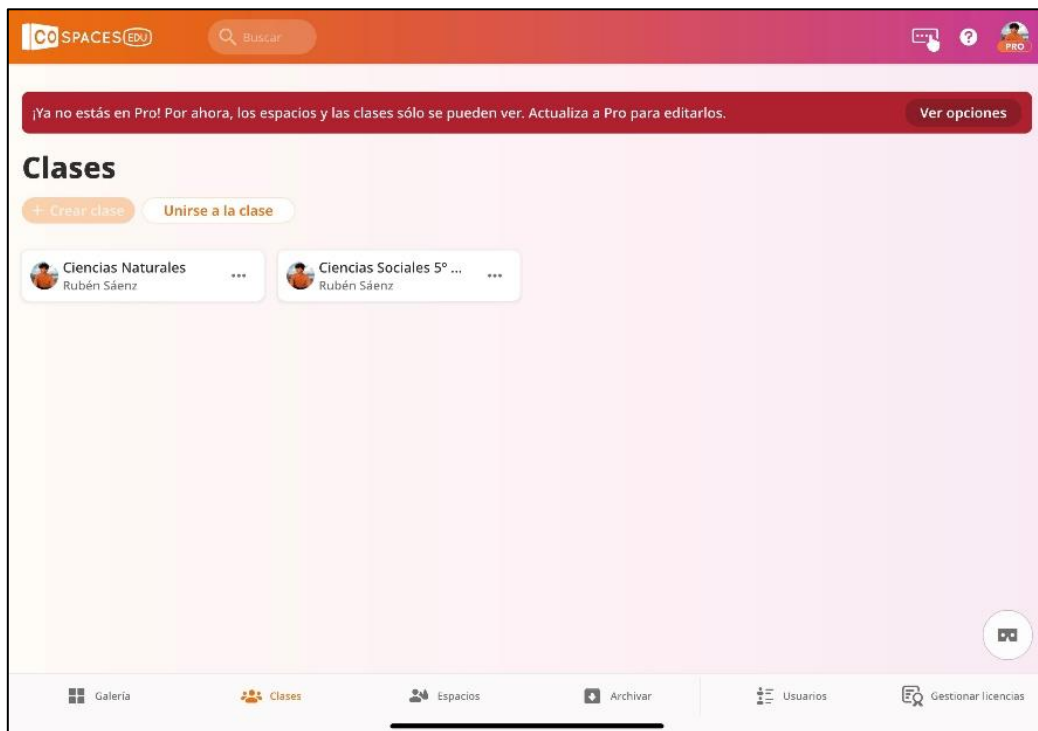


Figura 3. Captura de pantalla de la pantalla “Clases” desde tableta.

Fuente: Elaboración propia.

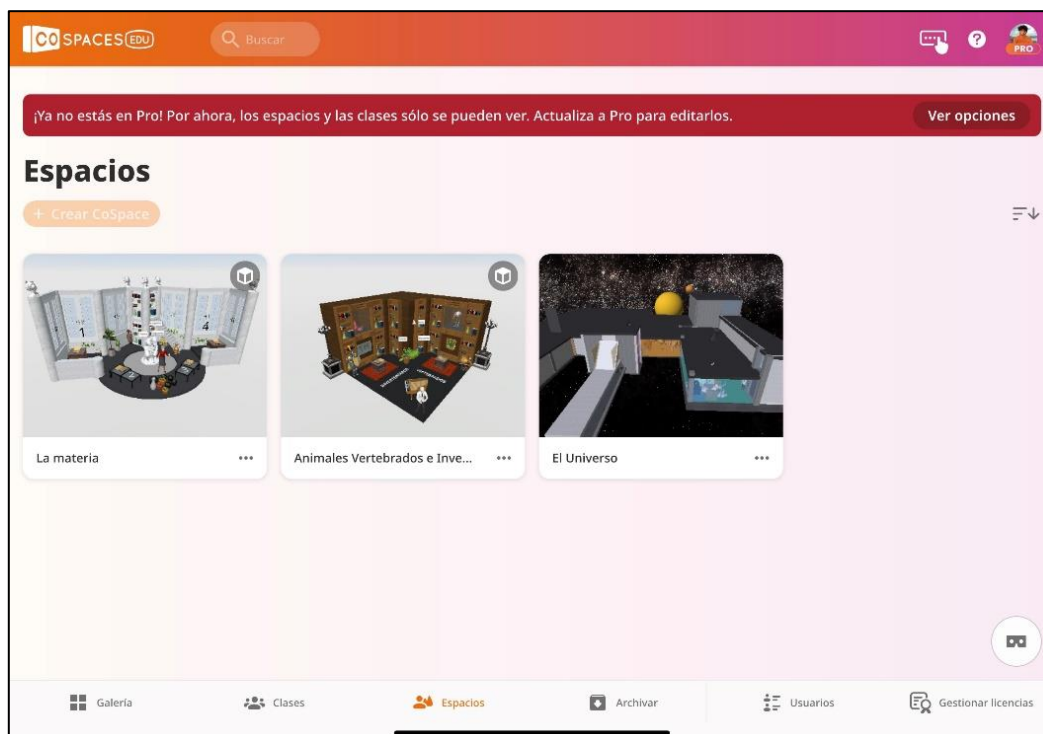


Figura 4. Captura de pantalla de la pantalla “Espacios” desde tableta.

Fuente: Elaboración propia.

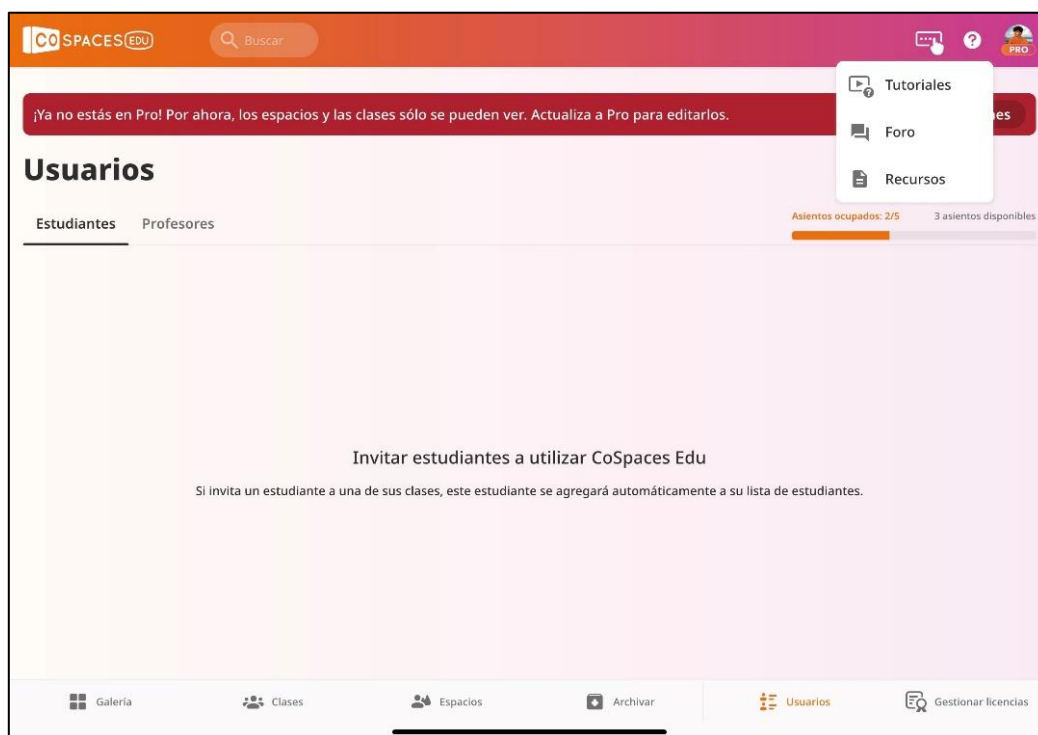


Figura 5. Captura de pantalla de la pantalla “Usuarios” desde tableta.

Fuente: Elaboración propia.

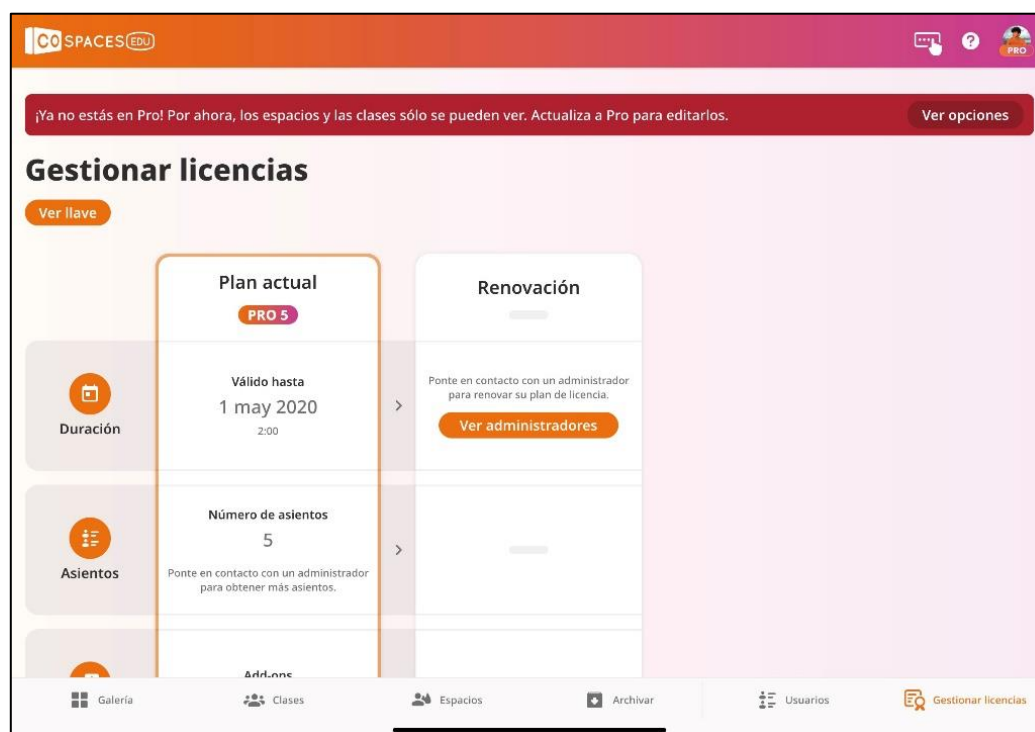


Figura 6. Captura de pantalla de la pantalla “Gestionar licencias” desde tableta. Fuente: Elaboración propia.

6.4.- Anexo IV – Pasos en la creación de escenarios en CoSpaces Edu.



Figura 1. Captura de pantalla del botón “+ Crear CoSpace” desde tableta.

Fuente: Elaboración propia.

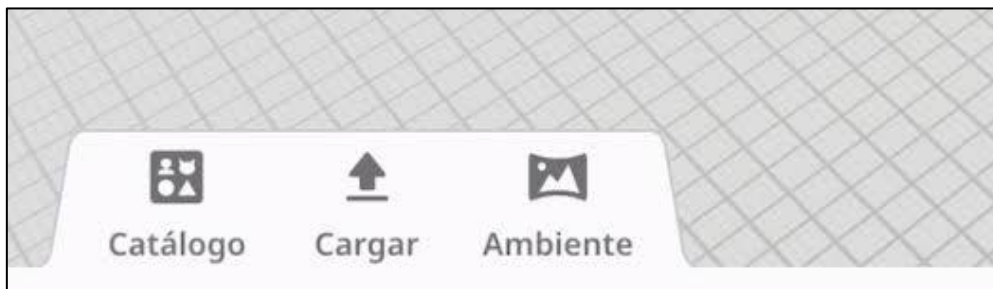


Figura 2. Captura de pantalla del panel de creación desde tableta

Fuente: Elaboración propia.

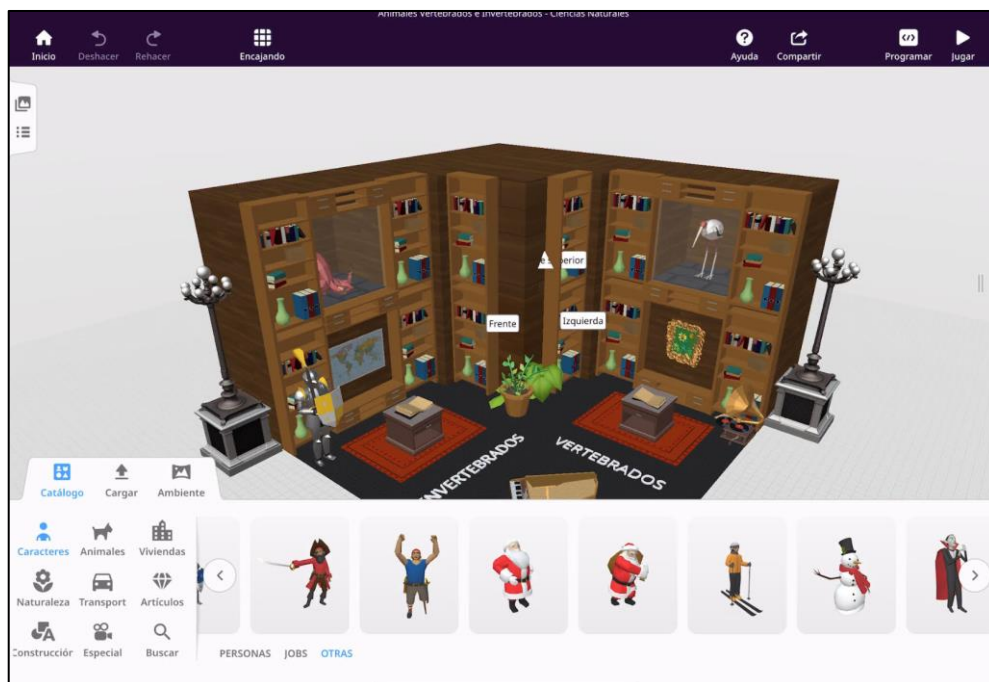


Figura 3. Captura de pantalla del panel “Catálogo” desde tableta.

Fuente: Elaboración propia.

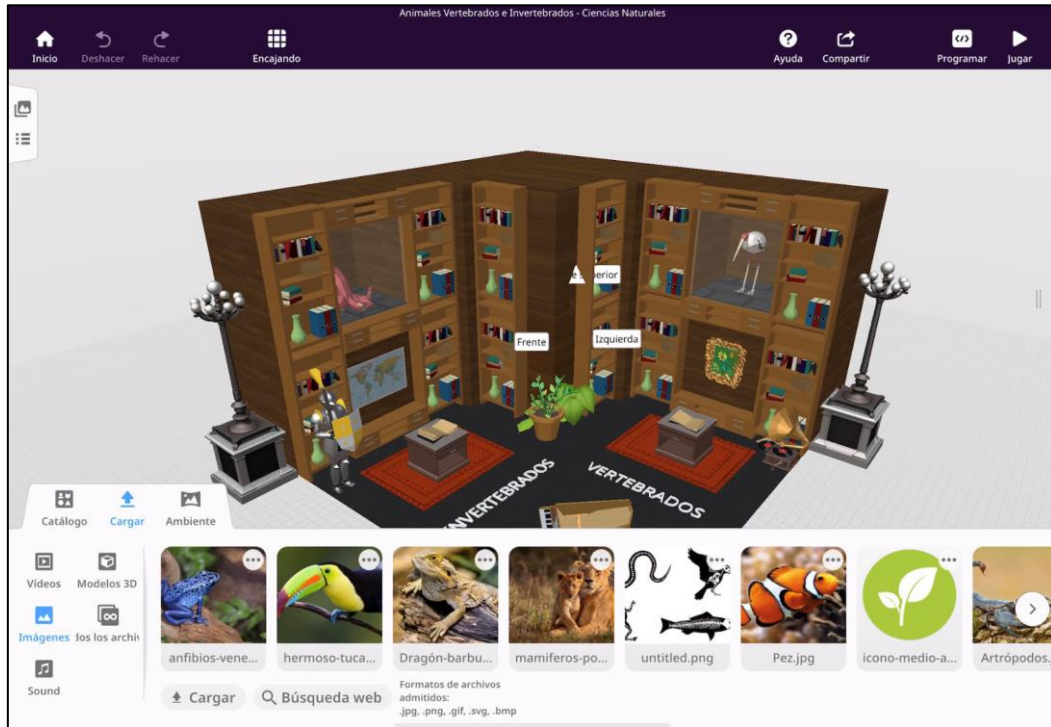


Figura 4. Captura de pantalla del panel de “Cargar” desde tableta.

Fuente: Elaboración propia.

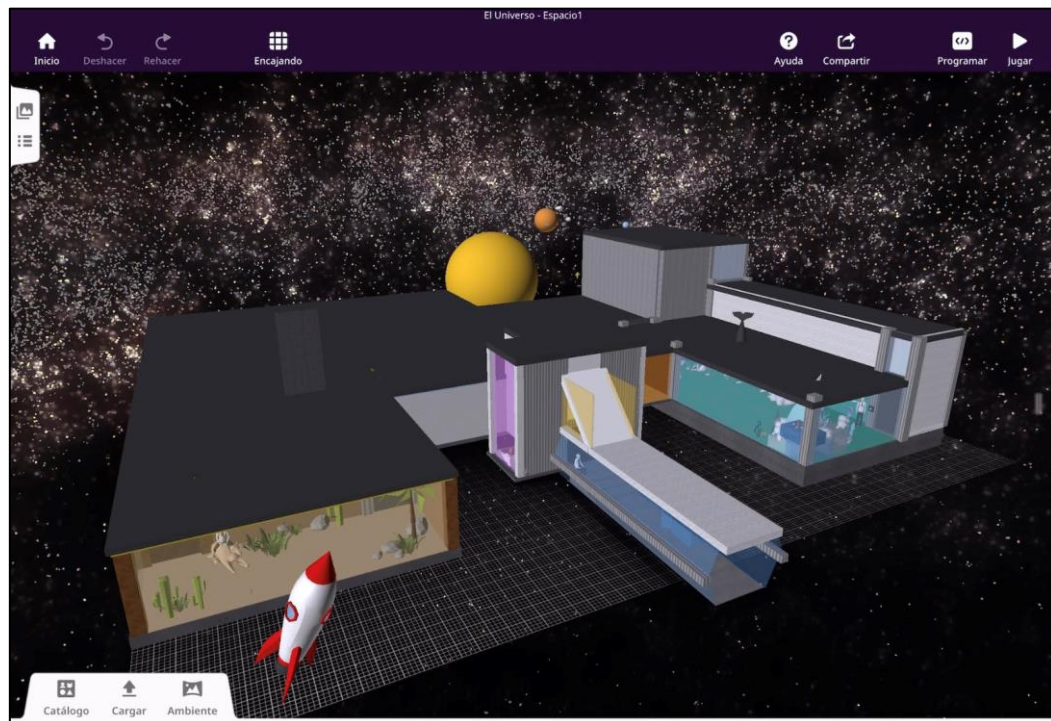


Figura 5. Captura de pantalla del escenario creado para trabajar el Universo y el Sistema Solar desde tableta. Fuente: Elaboración

6.5.- Anexo V – Programación y objetos interactivos.



Figura 1. Captura de pantalla mensaje emergente al posicionar cursor sobre personaje desde tableta. Fuente: Elaboración propia.



Figura 2. Captura de pantalla mensaje emergente al posicionar cursor sobre un lado determinado del cubo desde tableta. Fuente: Elaboración propia.



Figura 3. Captura de pantalla de cuestionario de “Los estados de la materia” con botones interactivos desde tableta. Fuente: Elaboración propia.

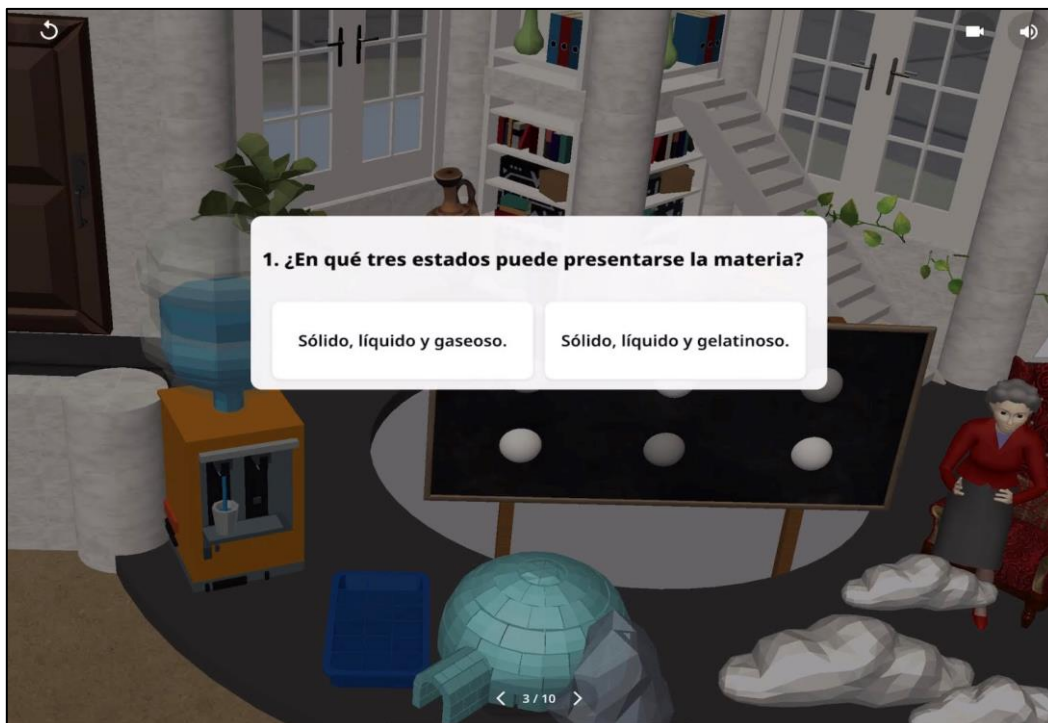


Figura 4. Captura de pantalla ventana emergente del cuestionario “Los estados de la materia” desde tableta. Fuente: Elaboración propia.



Figura 5. Captura de pantalla de botones verdes y rojos del cuestionario de “Los estados de la materia” desde tableta. Fuente: Elaboración propia.

6.6.- Anexo VI – Reproducción del material en R.A.

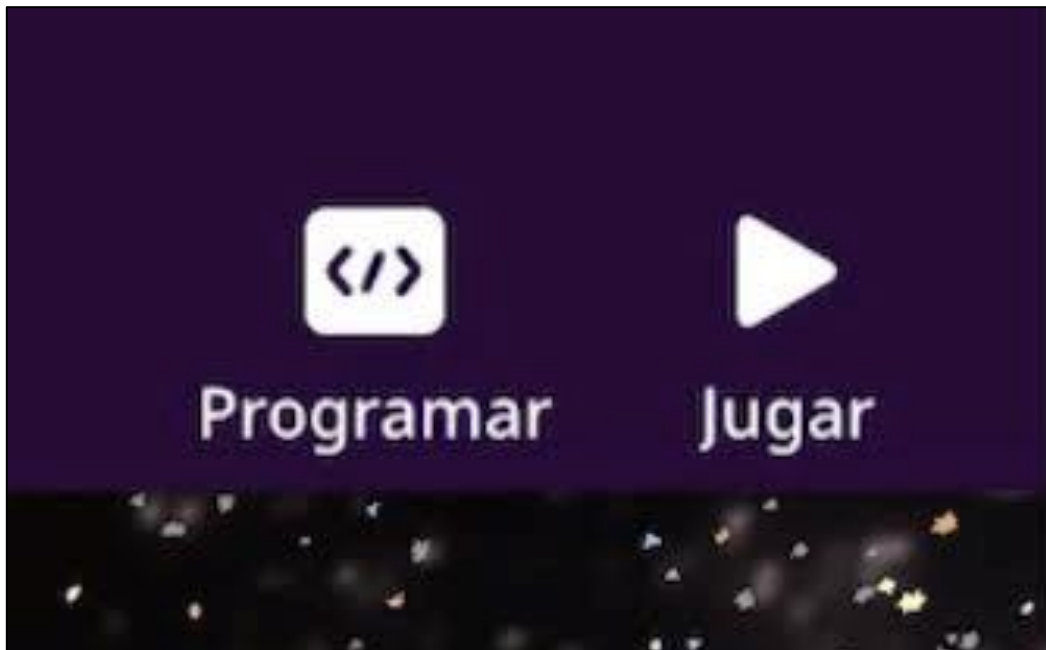


Figura 1. Captura de pantalla de botón “Jugar” desde tableta.

Fuente: Elaboración propia.

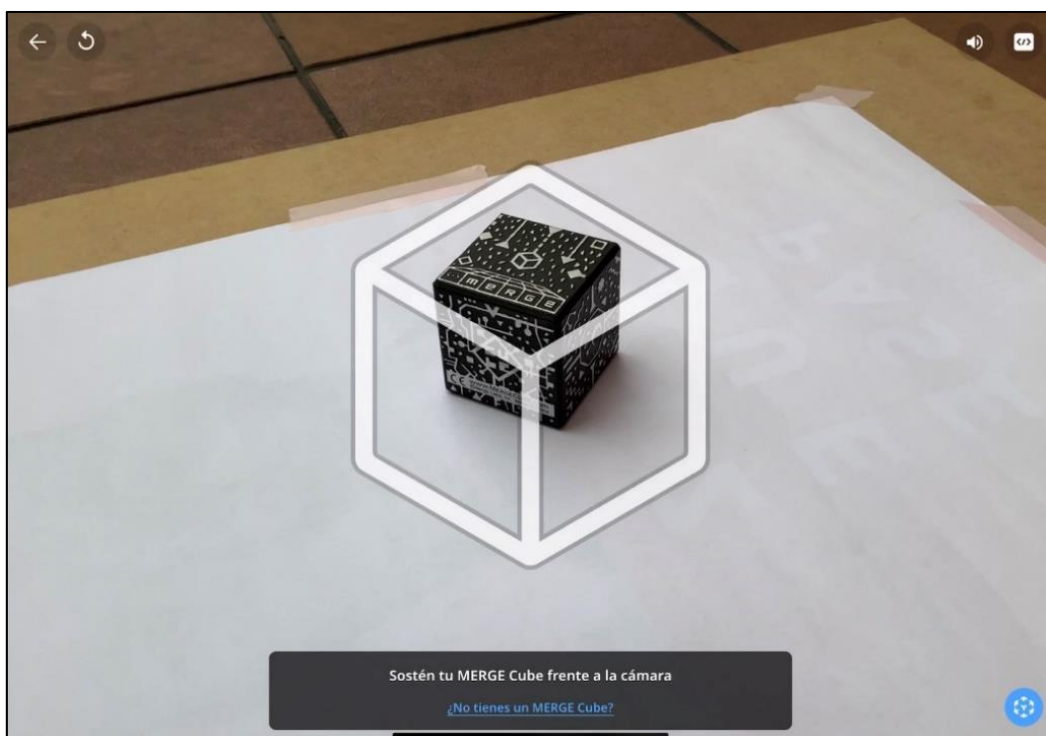


Figura 2. Captura de pantalla de puerta interactiva desde tableta.

Fuente: Elaboración propia.

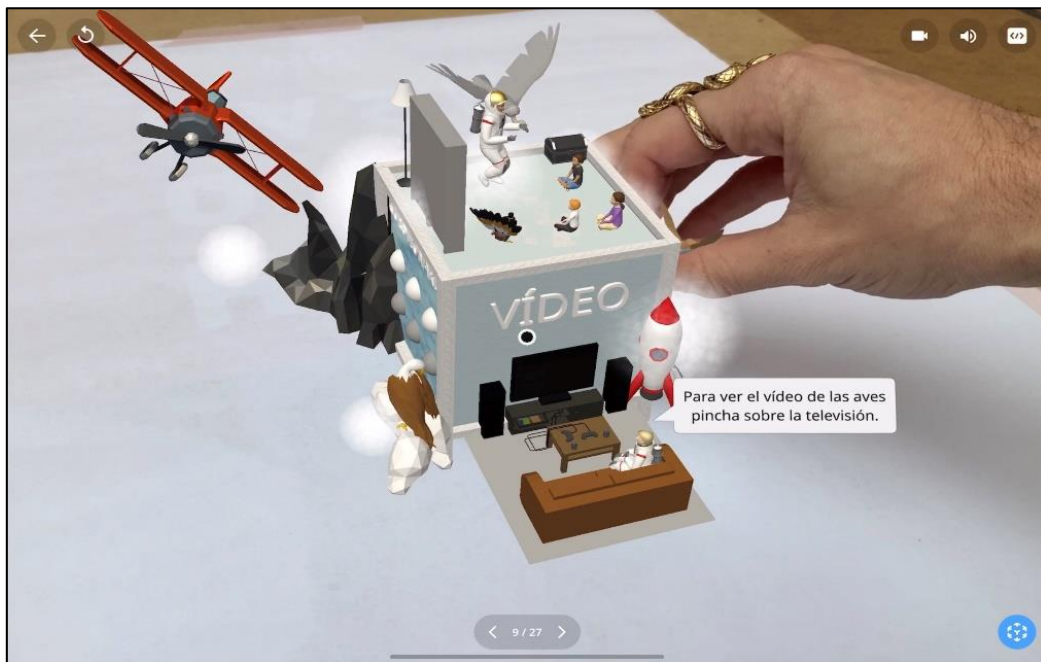


Figura 3. Captura de pantalla de Merge Cube apoyado en superficie plana desde tableta. Fuente: Elaboración propia.



Figura 4. Captura de pantalla de Merge Cube sostenido en mano desde tableta. Fuente: Elaboración propia.

6.7.- Anexo VII – Cuestionario de evaluación.

EVALUACIÓN DE USO Y MANEJO DE R.A. PARA EL PROFESORADO					
ÍTEM	1	2	3	4	5
1. El empleo de realidad aumentada me ha resultado interesante.					
2. El alumnado ha utilizado correctamente el dispositivo electrónico y el Merge Cube.					
3. Los materiales han resultado útiles en el proceso de enseñanza-aprendizaje del alumnado.					
4. Los materiales en realidad aumentada están bien preparados y explicados.					
5. El uso de los materiales incrementa la comprensión de los temas.					
6. El material ha mejorado el interés hacia los temas trabajados.					
7. El material ha incrementado la motivación hacia los temas tratados.					
8. El alumno manifiesta haber aprendido nuevos conceptos.					
9. El alumno incrementa la concentración.					
10. El alumno mejora la atención.					
11. El alumno identifica los contenidos con situaciones reales.					
12. Necesito una formación específica en R.A.					
13. Favorece la memorización de contenidos en el alumnado.					
14. Estoy motivado en el uso de la R.A.					
15. El uso de R.A. incrementa la accesibilidad a los contenidos de los temas.					
16. El material diseñado presenta una buena calidad estética de imagen.					
17. El material diseñado presenta una buena calidad de sonido.					
18. Las posibilidades de interacción conducen a una experiencia realista.					
Observaciones:					

Tabla 1. Cuestionario de evaluación de uso y manejo de realidad aumentada para el profesorado. Fuente: Elaboración propia.