

EXPERIENCIAS EDUCATIVAS

DESARROLLO DEL APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS CON REALIDAD AUMENTADA EN EDUCACIÓN SECUNDARIA PARA MEJORAR RENDIMIENTOS EN EL AULA DE MÚSICA

APPLICATION OF PROJECT-BASED LEARNING AND AUGMENTED REALITY IN SECONDARY EDUCATION TO IMPROVE PERFORMANCE IN THE MUSIC CLASSROOM

Mauricio Rodríguez Lopez

RESUMEN

Esta investigación ha sido desarrollada de manera interdisciplinar en 1º y 2º de ESO durante el tercer trimestre del curso 2020-2021 en el IES Amor de Dios de Almería (España). Se ha desarrollado un ABP usando Realidad Aumentada como recurso para mejorar los resultados académicos. La metodología de investigación ha sido la de grupo control y grupo experimental, desarrollando el mismo proyecto el grupo control pero sin posibilidad a usar la Realidad Aumentada.

La evolución que ha tenido la realidad aumentada en los últimos años la ha convertido en una herramienta muy asequible que, además de desarrollar capacidades tecnológicas, nos permite incrementar la motivación y mejorar el rendimiento de los estudiantes; mientras que el ABP ha sido ampliamente estudiado como metodología de trabajo cooperativa para el desarrollo de objetivos de aprendizaje.

A través del trabajo cooperativo y el uso de *Halo AR* ha sido posible incrementar la participación del grupo y los rendimientos académicos en las áreas de Música y Geografía e Historia. La evaluación se ha realizado usando entrevistas *ad hoc* con preguntas abiertas para reflexionar sobre las posibilidades de la herramienta y rúbricas para evaluar los logros conseguidos y analizar los rendimientos alcanzados.

Se destaca entre las conclusiones que la metodología y las dinámicas didácticas puestas en marcha hicieron que mejorase la convivencia en el aula dentro del grupo experimental, llegando a participar activamente hasta el alumnado generalmente apático y en ocasiones disruptivo. Los resultados que se han obtenido a pequeña escala en el aula de música hacen necesario extrapolar el trabajo a otras áreas, grupos y centros para ampliar la muestra en un futuro y seguir confirmando los beneficios del ABP mediado con RA.

PALABRAS CLAVE

Aprendizaje, Método de proyectos, Educación tecnológica, Enseñanza secundaria

ABSTRACT

This research has been developed in an interdisciplinary manner in 1st and 2nd year of ESO during the third quarter of the 2020-2021 academic year at the IES Amor de Dios in Almería (Spain). An ABP has been developed using Augmented Reality as a resource to improve academic results. The research methodology has been that of a control group and an experimental group, with the control group developing the same project but without the possibility of using Augmented Reality.

The evolution that augmented reality has had in recent years has made it a very affordable tool that, in addition to developing technological capabilities, allows us to increase motivation and improve student performance; while the PBL has been widely studied as a cooperative work methodology for the development of learning objectives.

Through cooperative work and the use of *Halo AR* it has been possible to increase group participation and academic performance in the areas of Music and Geography and History. The evaluation has been carried out using *ad hoc* interviews with open questions to reflect on the possibilities of the tool and rubrics to evaluate the achievements and analyze the results achieved.

Among the conclusions, it stands out that the methodology and the didactic dynamics put in place led to an improvement in the coexistence in the classroom within the experimental group, even the generally apathetic and sometimes disruptive student body actively participating. The results that have been obtained on a small scale in the music classroom make it necessary to extrapolate the work to other areas, groups and centers to expand the sample in the future and continue to confirm the benefits of AR-mediated PBL.

KEYWORDS

Learning, Project method, Technology education, Secondary education

INTRODUCCIÓN

La educación del siglo XXI está mediada por la aparición de nuevas tecnologías gráficas que pueden influir en la percepción y manipulación de la realidad dentro del aula. Actualmente se tiene la posibilidad de sustituir los modelos físicos por otros virtuales e interactivos. La Realidad Aumentada, RA en adelante, y los dispositivos móviles ofrecen la posibilidad de llevar esta interacción al aula con finalidad educativa (Yi-Chen et al., 2011).

Las aplicaciones con RA se han desarrollado significativamente en los últimos años, principalmente debido a los avances implementados en teléfonos inteligentes y tabletas. La usabilidad mejorada ha hecho de la RA una tecnología accesible para cualquier persona. En el caso de la educación secundaria, según el reciente estudio de Inés María González, Beatriz Cebreiro y Lorena Casal (2021), el acceso a contenidos didácticos a través de dispositivos móviles está aumentando.

El docente tiene a su alcance cada día más recursos digitales y herramientas didácticas con base tecnológica que aplican procesos inteligentes capaces de ampliar nuestra realidad física. Tanto la RA como la Realidad Virtual, RV, pueden englobarse bajo la denominada Realidad Extendida, RE, como han planteado diversos autores (Simpson, 2018; Cárdenas, Mesa y Suárez, 2018). Todas ellas tienen en común la modificación digital de nuestra realidad pero con distintos niveles de integración (Prendes y Cerdán, 2021).

La realidad aumentada permite al usuario ver el mundo real con objetos virtuales superpuestos o compuestos. Por lo tanto, la RA complementa la realidad, en lugar de reemplazarla por completo. Esta definición se ajusta a un amplio espectro de tecnologías que van desde un entorno virtual puro al entorno real, como resumen Milgram y Kishino (1994). Numerosas investigaciones afirman que la RA puede ser una tecnología fundamental en el futuro (Azuma, 1997; Starner et al., 1997).

Por tanto, una aplicación de RA puede asumir varias funciones. Sin embargo, como ocurre con muchas otras innovaciones, los valores educativos que proporciona la RA no se basan únicamente en el uso de la tecnología, sino que están estrechamente relacionados con la forma en que se integra en el aprendizaje. El propósito de este artículo de investigación es enfocarse en aquellas técnicas y desafíos

orientados a la educación utilizando una descripción generalizada.

OBJETIVO DEL ESTUDIO

El principal objetivo de la investigación realizada en el aula es demostrar que la implementación de nuevas tecnologías, específicamente la RA, puede incrementar la motivación, la atención y por ende el desempeño, convirtiendo a los estudiantes en los protagonistas de su aprendizaje.

Para integrar el uso de la RA dentro de las actividades de enseñanza-aprendizaje se ha usado la metodología del aprendizaje basado en proyectos, ABP en adelante, porque aumenta la motivación y mejora los rendimientos (La-fuente, 2019).

El objetivo principal se ha formulado como una pregunta de investigación: ¿pueden los materiales didácticos que integran la RA mejorar el aprendizaje?

Para demostrarlo, hemos trabajado de manera interdisciplinaria en las áreas de Geografía e Historia y Música de 1º y 2º de Educación Secundaria.

METODOLOGÍA Y POBLACIÓN

El proyecto de investigación se desarrolló durante el primer trimestre del curso 2020-2021 en los cursos de 1º y 2º de Educación Secundaria del IES Amor de Dios, centro localizado en el Barrio de La Chanca de Almería, zona de nivel bajo pero con acceso a smartphones y conexión de datos.

El grupo control lo formaron el alumnado de 1º ESO, con 30 participantes, ya que no todos disponían de acceso a smartphones; mientras que los participantes del grupo experimental fueron los alumnos y alumnas de 2º ESO; 58 participantes en total, ver tabla 1.

Tabla 1. Sexo de los participantes por grupos

	Frecuencia		Porcentaje	
	GC	GE	GC	GE
Hombres	10	11	17.24%	18.96%
Mujeres	20	17	34.49%	29.31%
Total	30	28	51.73%	48.27%
		58		100%

Fuente: elaboración propia

El tema propuesto para desarrollar por ambos grupos fue el de la música celta atendiendo principalmente a sus instrumentos y las posibles similitudes con los instrumentos del norte de España.

El grupo control solamente pudo investigar usando internet, libro de texto y material de biblioteca, para terminar creando una exposición tradicional. Mientras que el grupo experimental pudo usar sus dispositivos móviles, con el consiguiente ahorro de tiempo en desplazamientos de un espacio a otro, teniendo como objetivo final el crear videopodcast que acompañaran a los diferentes puntos de RA.

El ABP es una estrategia de enseñanza activa en la que el alumnado debe resolver un hipotético problema. Aunque no es un método nuevo porque se ha estudiado desde los años sesenta (Decroly, 1965; Blank, Dickinson y Harwell, 1997; Calvillo, 2019) todos los autores lo mencionan como modelo de instrucción en el que los estudiantes deben planear y evaluar para aplicar modelos en el mundo real.

Se apostó por un trabajo cooperativo en equipos junto a la metodología basada en proyectos, porque desde la experiencia es como debemos construir nuestro conocimiento, o al menos, tener ese punto de partida y así reconstruir nuestro aprendizaje (Rodríguez, 2011).

APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS, COOPERACIÓN E INTERDISCIPLINARIEDAD

La educación secundaria tiene como objetivo último el formar a los mejores ciudadanos, es por ello que si se quiere que nuestros alumnos y alumnas sean protagonistas de su aprendizaje debemos concederles la autonomía necesaria y sobre todo la capacidad de poder decidir cómo enfocar su trabajo, sólo así, con un docente guía y no director del proceso, se conseguirá que el ABP sea real y active el proceso de aprendizaje.

Se ha utilizado la cooperación y la interdisciplinariedad para facilitar al alumnado el desarrollo de las fases del proyecto y crear en el aula un entorno similar a la sociedad en la que se desenvolverán al terminar la educación secundaria.

En esta línea de pensamiento, en la que la escuela es una microsociedad, encontramos a Guevara (2011):

Quando la escuela se convierta y adiestre a cada niño de la sociedad como miembro de una pequeña comunidad, saturándole con el espíritu de cooperación y proporcionándole el instrumento para su autonomía afectiva, entonces tendremos la garantía mejor y más profunda de una sociedad más amplia, más noble y armoniosa (Dewey, citado por Guevara, p. 231).

Y toda clase, o microsociedad, debe avanzar desde la cooperación y la ayuda mutua ya que las ventajas son numerosas. Se puede mencionar, por ejemplo, entre estas ventajas la disminución del sentimiento de aislamiento, aumento de la responsabilidad o la estimulación de las habilidades personales más desarrolladas (Santiesteban y Pagés, 2011). Se debe matizar que trabajar cooperativamente no es hacerlo en grupo, y queda patente en la siguiente tabla (Prieto, 2007, p.26), ver tabla 2:

Tabla 2. Comparativa de grupo cooperativo versus tradicional

Comparación	Grupo cooperativo	Grupo tradicional
¿Qué podemos conseguir si trabajamos cooperativamente?	Interdependencia positiva	No existe
	Heterogéneo	Homogéneo
	Liderazgo compartido	Liderazgo individual
	Importancia del proceso	Importancia de la tarea
	Autorreflexión del proceso	No existe
	Responsabilidad individual	No existe

Fuente: Prieto

Como se muestra en la tabla 2, el proceso de enseñanza-aprendizaje es fundamental ya que no se trata de analizar la tarea en sí sino los pasos y retos que el grupo tiene que superar, porque desde la autorreflexión se llega a la autoevaluación y por ende al proceso de razonamiento que nos interesa para crear un aprendizaje duradero.

Novak (1993) afirma que el aprendizaje significativo tiene varias ventajas: los conceptos que así se aprenden pueden extender el conocimiento de una persona y la información será retenida mayor tiempo, sirviendo de base para conceptos posteriores que debamos aprender.

El aprendizaje significativo es muy importante en el proceso educativo porque es el mecanismo humano por excelencia para adquirir y almacenar la vasta cantidad de ideas o informaciones representadas por cualquier campo del conocimiento (Ausubel, 1978, p. 78).

El aprendizaje resultará significativo cuando el educando relacione todo lo que se le presenta con lo que ya aprendió en su momento, y eso podrá ocurrir si la nueva información que se le presente es de interés y atractiva, sea capaz de establecer la relación, y lo más importante actualmente, tenga la intención de hacer este esfuerzo mental y agregar nuevas informaciones a su bagaje.

A los beneficios mencionados se debe aunar los propios del ABP: mayor motivación, mejora del autoaprendizaje, mejora en la comprensión, desarrollo del pensamiento, aumento de la capacidad de retención, entre otros (Calvillo, 2019).

Por otra parte, el alumnado mejora su comprensión lectora ya que todos los procesos comienzan con la lectura y análisis de los escenarios que se plantean y la necesidad de alcanzar un consenso para poder avanzar; desarrollan su pensamiento porque deben descubrir los posibles problemas e identificar qué saben, qué tienen y qué necesitan para dar respuesta al proyecto y aumentan su capacidad de retención al tener que sintetizar información para mostrar resultados.

Son los profesores y profesoras los responsables del proceso de enseñanza y aprendizaje de los estudiantes, en este sentido el informe del Instituto de Evaluación Educativa (INEE, 2014) resalta que los docentes son los constructores del mismo más allá de las normas o las novedades. El INEE recuerda que ya Bandura, en 1977, definía la auto-eficacia como las creencias en las propias capacidades para organizar y ejecutar las acciones requeridas para producir logros esperados.

Estos logros serán posibles siempre que los docentes integren los conocimientos previos del alumnado. Ya en 2001 Prensky estudió que nuestro alumnado, antes de terminar la secundaria, habrá pasado más de 10.000 horas jugando a video-juegos, 20.000 horas viendo la televisión y que los ordenadores, los mensajes instantáneos, Internet y los juegos en red serán parte integral de sus vidas. Siguiendo estos estudios es evidente que aplicar la RA en cualquier tipo de proyecto educativo hará que el grupo clase se implique con un mayor grado de participación.

Es decir, los profesionales de la educación tienen en todo momento la obligación de mejorar, evaluarse, reciclarse y adaptar sus recursos

de enseñanza-aprendizaje para alcanzar esos logros que Bandura estudiaba en la década de los años setenta.

El informe TALIS (2013) insiste en que el trabajo cooperativo entre docentes es fundamental pues mejora la implicación de los estudiantes en su proceso formativo y aumenta la motivación. Por otra parte no se debe olvidar que estamos ante generaciones que han pasado su infancia e inicios de la adolescencia entre tecnología de todo tipo, corresponde a los docentes encauzar ese conocimiento previo para afrontar los bajos rendimientos observados.

LA REALIDAD AUMENTADA EN LA EDUCACIÓN SECUNDARIA

La RA, a principios de los años noventa, fue adquiriendo presencia en el entorno científico. Aunque ha sido en los últimos años cuando las aplicaciones de RA han experimentado auge, impulsado por el avance de los smartphones y tablets. De igual modo, la mejora de la usabilidad y la sencillez de uso de la RA han hecho que esté instaurando su punto de apoyo en el sector consumo, en relación al cambio que ha convertido a la RA en una tecnología accesible para cualquier persona. Son numerosas las investigaciones que presentan esta tecnología como un elemento fundamental en el futuro (Azuma, 1997; Starner, 1997; Prendes y Cerdán, 2021).

En 1997, Azuma definió la RA como una variación de la realidad virtual (RV). Las tecnologías de RV sumergen por completo al usuario dentro de un entorno sintético. Cuando está inmerso, el usuario no puede contemplar el mundo real a su alrededor. Por el contrario, la RA permite al usuario ver el mundo real con

objetos virtuales superpuestos o compuestos. Por lo tanto, la RA complementa la realidad, en lugar de reemplazarla por completo. Esta definición se adapta a un amplio espectro de tecnologías que van desde un entorno virtual puro hasta el entorno real, tal como lo resumieron Milgram y Kishino (1994).

Así pues, una aplicación de RA puede asumir varias funciones. Sin embargo, al igual que ocurre con otras muchas innovaciones, los valores educativos que proporciona la RA no se basan únicamente en el uso de la tecnología, sino que están estrechamente relacionados con la forma en que se integra en el aprendizaje. El propósito de este artículo es centrarse en aquellas técnicas y desafíos orientados a la educación empleando una descripción generalizada.

Contextualización de la RA en la educación.

Con la llegada del Siglo XXI, el desarrollo de nuevas metodologías de aprendizaje se ha centrado en el uso y aplicación de las TIC. Estas investigaciones aprovechan los avances tecnológicos hardware y software de los dispositivos móviles y su creciente popularidad entre la población. Particularmente, la aplicación de la RA en el campo educativo ha demostrado su eficacia para incrementar la motivación de los estudiantes al situarlos en el centro del proceso de aprendizaje en diferentes materias educativas (Kaufmann, 2003; Kerawalla, 2006; Vate-U-Lan, 2012).

Pese a que existen numerosas publicaciones en cuanto al uso de la RA en numerosos ámbitos, el estado de la investigación en el campo educativo aún se encuentra en vías de desarrollo.



Figura 1. Concepto de RE basado en Milgram y Kishino (1994)

Fuente. Milgram y Kishino, 1994

El mundo académico no está al margen de estas iniciativas y también ha empezado a introducir la tecnología de la Realidad Aumentada en algunas de sus disciplinas. Sin embargo el conocimiento y la aplicabilidad de esta tecnología en la docencia es mínima; entre otros motivos se debe a la propia naturaleza y estado de desarrollo de dicha tecnología, así como también a su escasa presencia en los ámbitos cotidianos de la sociedad. El desarrollo de iniciativas en la utilización de esta tecnología en la educación y su divulgación contribuirán a su extensión en la comunidad docente (Basogain, 2018, p. 24).

Abásolo (2017) defiende la necesidad de centrar el aprendizaje en la participación activa del alumnado sin olvidar que solamente ofreciendo un aprendizaje significativo conseguiremos un cambio real, papel que los docentes estamos comenzando a asumir aunque nos queda aún bastante recorrido.

BENEFICIOS DE APLICAR LA RA EN LA METODOLOGÍA ABP

En este apartado se expone la aportación educativa de aplicar la RA en la metodología ABP y describimos las posibilidades que ofrece la RA para abordar las medidas de atención a la diversidad sobre el alumnado que requiera una atención educativa diferente a la ordinaria.

Aportación educativa

En la actualidad, algunos centros educativos están incorporando la RA como herramienta para mejorar la calidad de enseñanza, lo cual, implica a su vez una mejora del estudiante en cuanto a participación, motivación y comprensión de conceptos abstractos, aumentando su imaginación y curiosidad. Por otro lado, las metodologías innovadoras están presentes en los nuevos procesos de enseñanza, y una de las más utilizadas por los profesores es el trabajo colaborativo, cuya experiencia de trabajo en pequeños grupos es una de sus principales características. Hoy en día las aplicaciones con RA ayudan a fomentar el trabajo en equipo, de tal forma que los integrantes comparten información, dudas, conocimiento e intercambian ideas y opiniones, logrando un mejor nivel cognitivo. (Mendoza, 2016).

La RA combinada con dispositivos móviles constituye una potente herramienta que puede facilitar y apoyar el aprendizaje basado en el descubrimiento (Reig, 2011). Día a día aparecen nuevas aplicaciones para proporcionar experiencias de aprendizaje contextualizadas, de forma casual o por iniciativa propia (Reinoso, 2012). Existen aplicaciones que permiten la reconstrucción de civilizaciones extintas, como ocurre con Rome MVR, donde los usuarios pueden visitar la antigua ciudad de Roma a través de su smartphone. Esta contextualización que ofrece la tecnología de RA se encuentra estrechamente vinculada con los fundamentos de exploración y descubrimiento de información del ABP, y es por este motivo, que es un perfecto propulsor de esta metodología.

Medidas de Atención a la Diversidad

Como se adelantaba, pese a que la aparición de la RA en el mundo educativo va siendo una realidad, su aplicación al ámbito de la inclusión es diverso o escaso (Dunleavy, 2014). Las posibilidades que ofrecen las aplicaciones de RA aparentan ser una magnífica alternativa para abordar las medidas de atención a la diversidad que requiere el alumnado del Aula de Integración. En respuesta a la pregunta de Marín (2016) ¿puede la realidad aumentada ayudar en el crecimiento de la educación inclusiva? Terán (2012) considera que:

la RA puede ser empleada para contribuir en el desarrollo de habilidades cognitivas, espaciales, perceptivo motoras y temporales en los estudiantes, indistintamente de su edad y nivel académico; reforzar la atención, concentración, memoria inmediata y memoria mediata; activar los procesos cognitivos de aprendizaje; formar actitudes de reflexión; suministrar un entorno eficaz de comunicación para el trabajo educativo; y aumentar la actitud positiva de los estudiantes ante el aprendizaje, así como su motivación o interés (p. 13).

Comparativa de aplicaciones de RA

Lens-Fitzgerald (2009) clasificó la RA de acuerdo a su forma de trabajo, parámetros y técnicas empleadas distinguiendo cuatro niveles (del 0 al 3):

- Nivel 0 – Hiperenlace con el Mundo Físico.
- Nivel 1 – RA Basada en Marcadores.
- Nivel 2 – RA Markerless.
- Nivel 3 – Visión Aumentada.

Sin embargo, es incorrecto afirmar que todos los autores hayan abordado esta clasificación por igual (Lens-Fitzgerald, 2009; Estebane-ll, 2012; Reinoso, 2012). De hecho, no hay criterio alguno para definir una cantidad de niveles y mucho menos las tecnologías que agrupan. Nuestro trabajo se centra en el Nivel 1 de Lens-Fitzgerald, que se basa en el reconocimiento de marcadores (símbolos impresos en papel) o imágenes, en los que se superponen de objetos virtuales a través del smartphone o tablet del alumno/a.

Para reconocer un objeto, se requiere una imagen de referencia del mismo. Imaginemos, por ejemplo, un libro en donde los personajes y los escenarios cobran vida y transforman la lectura en un viaje mágico. La imagen captada por la cámara del dispositivo es comparada con la imagen de referencia y, si coinciden, se muestra el clip de video (Madden, 2011). Esta utilización se considera el futuro de la RA, dada la infinidad de aplicaciones que pueden ser desarrolladas usando esta tecnología (El Sayed, 2011).

En la Tabla 3 se han plasmado las diversas aplicaciones de RA y sus características en base en las investigaciones realizadas por Herpich (2017). Con el fin de realizar una evaluación rigurosa, los criterios de evaluación se han agrupado en base a tres categorías: Información general, opciones de reconocimiento y características adicionales.

Tabla 3. Aplicaciones de RA y Características. (Adaptado de Herpich, 2017)

Extensión	Información general	Tipos de seguimiento de objetivos						Características adicionales			
	Plataformas	Tutorial	Texto	Imagen plana	Objeto 3D	Objetivos múltiples	Geolocalización	Markerless	Reconocimiento On-Line	Reconocimiento Off-Line	Plataforma de Edición
ARToolKit (5.3.2)	1, 2, 3, 4, 5	Sí	No	Sí	No	Sí	Sí	No	No	Sí	No
Augment (3.2.1-1)	1, 3, 5, 6	Sí	No	Sí	No	No	No	No	Sí	No	Sí
Aurasma (3.5.3)	1, 3	Sí	No	Sí	No	No	Sí	No	Sí	No	Sí
BlippAR (2.1.1)	1, 3	Sí	No	Sí	No	No	No	No	Sí	No	Sí
CraftAR (3.1.3)	1, 3	Sí	No	Sí	No	No	No	No	Sí	Sí	Sí
EasyAR (1.3.1)	1, 5, 6	Sí	No	Sí	No	Sí	No	No	No	Sí	No
Kudan (1.5)	1, 3	Sí	No	Sí	No	Sí	No	No	No	Sí	No
LayAR (8.5.3)	1, 2, 2	Sí	No	Sí	No	No	Sí	No	Sí	No	Sí
PixLive (5.6.0)	1, 3	Sí	No	Sí	No	No	Sí	No	Sí	No	Sí
Vuforia (6.2)	1, 3, 6	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No
Wikitude(2.1.0-2.1)	1, 3	Sí	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí

Leyenda de Plataformas: Android¹, BlackBerry², iOS³, Linux⁴, Mac OS⁵, Windows⁶.

El trabajo reflejado en este apartado se ha centrado en revisar las características de las aplicaciones seleccionadas para excluir todas aquellas que no incorporasen la opción de reconocimiento de “imagen plana” y las características adicionales de “reconocimiento on-line” y “plataforma de edición”. La relación original se componía de 11 aplicaciones, todas ellas pertenecientes al Nivel 1 de Lens-Fitzgerald. En esta revisión se identificaron 7 aplicaciones loables: *Augment*, *Aurasma*, *BlippAR*, *CraftAR*, *LayAR*, *PixLive* y *Wikitude*. Entre este último conjunto se ha escogido *Halo AR* para el desarrollo del proyecto, puesto que ya era conocida por nuestro equipo docente.

Implantación del software

Los prototipos de RA empelados en este trabajo se editaron con la aplicación *Halo AR* y las escenas (también llamadas auras) también fueron visualizadas en los smartphones o tablets del alumnado mediante *Halo AR*.

Como se indicó anteriormente, al hablar de RA nos referimos a información superpuesta a entornos reales. Pero, ¿a qué tipo de información se está haciendo alusión? En principio, a toda información que pueda ser digitalizada. Estaríamos hablando de textos, imágenes, animación de modelos 3D, vídeos, pistas de audio, hipervínculos, etc. Las auras únicamente están circunscritas por el ingenio de su creador y no requieren demasiados conocimientos informáticos. La creación de una escena de RA se realiza en tres etapas (1.- Captura del objeto de muestra; 2.- Vinculación de la superposición; 3.- Publicación de la escena de RA en un canal) tras un sencillo proceso de registro gratuito.

Las escenas creadas en este trabajo fueron difundidas a través de un canal público creado para realizar la actividad, permitiendo el acceso a los usuarios mediante de la función de búsqueda de *Halo AR*. En resumen, el alumnado accedió a las escenas de RA siguiendo del siguiente procedimiento: 1.- Instalación de *Aurasma* en su smartphone o tablet; 2.- Inicio de *Halo AR*; 3.- Búsqueda y seguimiento del canal (botón “follow”); 4.- Lectura del objeto de muestra apuntando con el dispositivo a los puntos indicados con flechas.

El alumnado, utilizando sus smartphones o tablets con acceso a Internet, pudo acceder la información virtual superpuesta a los contenidos del mundo real.

Para la implementación de la RA se había trabajado en cursos previos con *Aurasma* y *HP Reveal*, pero tras su conversión en “LinkReader”, para empresas y por lo tanto de pago, se decidió continuar con “*Halo AR*” ya que es multiplataforma y fácil de usar.

Los estudiantes del grupo experimental instalaron la aplicación en sus teléfonos inteligentes, mientras que el grupo control siguió en todo momento un proceso más tradicional sin uso de RA ni aplicación con dispositivos móviles.

El grupo experimental trabajó en el aula con el manejo básico de la aplicación para luego proceder a la creación de proyectos. Cada grupo cooperativo debía conocer primero una familia de instrumentos, ubicar fotos de los instrumentos en la red para crear los puntos de RA y finalmente grabar un video corto con el instrumento en cuestión, para asociar imagen con video en la aplicación *Halo AR*.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al diseñar este proyecto, uno de los aspectos críticos fue evaluar a nuestros estudiantes de manera correcta y justa. Por ello, prestamos especial atención durante todo el proceso a su planificación y revisión.

Se pretende realizar una valoración que corresponda lo más fielmente posible a la taxonomía establecida por Bloom en 1956 y revisada posteriormente en 2001 y 2019 (Wilson, 2019), en la que se revelan cinco procesos cognitivos clave: Recordar, comprender, aplicar, evaluar y analizar, y crear, a través de una estructura jerárquica que va desde lo más simple hasta lo más complejo.

El alumnado trabajó durante todo el proyecto agrupado en equipos cooperativos, por lo que la evaluación de la mayoría de las tareas de competencia también se realizó en grupos.

Se creó una rúbrica para monitorear a cada equipo de trabajo, ya que es un instrumento de evaluación objetivo, estamos convencidos de que es el más efectivo para que todas las partes sepan siempre lo que se espera de ellos. Buscábamos no solo una calificación cuantitativa, sino también una calificación cualitativa.

Las rúbricas permiten expresar de manera detallada y objetiva, a través de los diferentes indicadores, qué objetivos se persiguen en cada

momento del proceso, a la vez que el alumnado participante tiene claro qué es lo que se le pide para alcanzar cada nivel de logro.

Para la evaluación individual de los logros se utilizó un formulario de Google, en primer lugar, y una entrevista personal diseñada *ad hoc* para conocer sus impresiones y vivencias durante el desarrollo del ABP. El 60% del grupo respondió correctamente a todas las preguntas, y en tres de las preguntas se logró un 100% de respuestas correctas.

El 100% del grupo experimental afirmó estar muy contento con la nueva forma de aprender y en todos los grupos de colaboración se alcanzaron rendimientos no esperados, ya que todos ellos ampliaron la información musical e histórica que se les pedía, motivados por el uso de la RA y con la intención de ofrecer el mejor resultado final posible.

En cuanto al grupo control, sin acceso a la RA ni uso de dispositivos móviles, los grupos cooperativos prepararon sus exposiciones adecuadamente pero no existió la misma motivación y completado el mismo cuestionario los resultados de acierto fueron los mostrados en la figura 2:

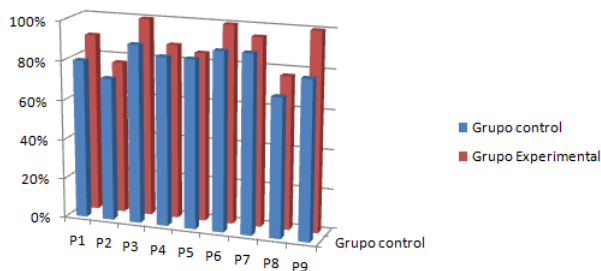


Figura 2: Comparativa de resultados en los formularios grupos control versus experimental

Fuente propia

CONCLUSIONES

Como se expuso anteriormente, está claro que el trabajo en el aula mediado por dispositivos móviles y el uso de la Realidad Aumentada, asociado a una evaluación alternativa, ofrece retornos muy interesantes.

Se mejoró la participación en la toma de decisiones y el avance de los grupos cooperativos. Y se destaca que la convivencia en la clase de 2º ESO mejoró durante el desarrollo del proyecto, como se puede apreciar en la figura X el total de partes contrarios/graves a la convivencia disminuyó de manera muy positiva:

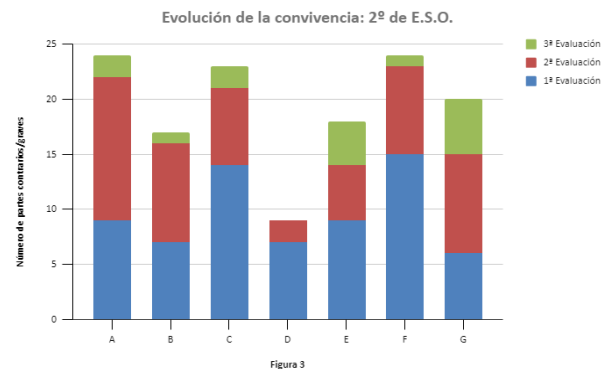


Figura 3. Evolución de la convivencia durante el curso 20-21

Fuente propia

El enfoque lúdico es tan positivo que los grupos al inicio de este curso han pedido volver a desarrollar proyectos similares y poder seguir "jugando", aunque se puede afirmar que lo que ellos han captado como un juego es realmente un proceso de aprendizaje mediado por las TIC que ha conseguido mejorar los rendimientos y la convivencia. Si más del 60% del grupo responde correctamente a todas las preguntas planteadas, hablamos de un éxito considerable, teniendo en cuenta el entorno y el tipo de alumnado, destacando que en varias de las preguntas se logró prácticamente el 100% de respuestas correctas.

En definitiva, podemos afirmar que el trabajo por proyectos complementado con el uso de dispositivos móviles es efectivo y mejora el rendimiento, pero si además ampliamos con el uso de la Realidad Aumentada, podemos hacer que el trabajo sea interactivo y se pueda disfrutar fuera del aula, hacienda partícipe así a toda la comunidad educativa.

BIBLIOGRAFÍA

Arribas, J. C., Gutiérrez, S. M., Gil, M. C., y Santos, A. C. (2014). Recursos digitales autónomos mediante realidad aumentada.

- RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 17(2), 241-274. <https://doi.org/10.5944/ried.17.2.12686>
- Azuma, R.T. (1997). A survey of Augmented Reality. *Presence: Virtual and Augmented Reality*, 6 (4), 355-385. <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355>
- Cabero Almenara, J., Fernández Robles, B., y Marín Díaz, V. (2017). Dispositivos móviles y realidad aumentada en el aprendizaje del alumnado universitario. RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 20(2), 167-185. <https://doi.org/10.5944/ried.20.2.17245>
- Calvillo Castro, A.J., Giráldez Hayes, A. (2019). *Un mundo de proyectos ABP musicales* Almería: Procompal, 2019.
- Cardenas Cruz, A., Peregrina-Caño, E., Cardenas-Cruz, DP., Santiago-Suárez, IM: (2021). Análisis comparativo del nivel de adquisición de habilidades en Soporte Vital Avanzado y Soporte Vital Inmediato. *Revista española de educación médica*, 2 (2), 9-20. <https://doi.org/10.6018/edumed.471781>
- Castañeda Quintero, L. J., y Adell, J. (2013). Entornos Personales de Aprendizaje: claves para el ecosistema educativo en red. Editorial Marfil. <http://www.um.es/ple/libro/>
- De la Horra Villacé, I. (2017). Realidad aumentada, una revolución educativa. *Edmetic*, 6(1), 9-22. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v6i1.5762>
- González Vidal, I.M^ª., Cebreiro López, B., Casal Otero, L. (2021). Nuevas competencias en estudiantes potenciadas con el uso de Realidad Aumentada. Estudio piloto. RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia 24(1), 137-157. <https://doi.org/10.5944/ried.24.1.27501>
- Guevara Mora, G. (2011). Aprendizaje basado en problemas como técnica didáctica para la enseñanza del tema de la recursividad. *Revista Intersedes de la universidad de Costa Rica*, XI (20), 156-167.
- Klopfer, E. (2008). Augmented learning: Research and design of mobile educational games. MIT press. <https://www.jstor.org/stable/40607096?seq=1>. <https://doi.org/10.7551/mitpress/9780262113151.001.0001>
- Lafuente Martínez, Marc (2019). *¿Mejora el aprendizaje del alumnado mediante el trabajo por proyectos?* Fundació Jaume Bofill.
- Milgram, P., y Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE transactions on Information and Systems* 77 (12), 1321-1329.
- Prendes Espinosa, M^ª P., y Cerdán Cartagena, F. (2021). Tecnologías avanzadas para afrontar el reto de la innovación educativa. En *RIED Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 24 (1), 33-53. <http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.28415>
- Prieto Navarro, L. (2007). *Autoeficacia del profesorado universitario. Eficacia percibida y práctica docente*. Madrid: Narcea.
- Rodríguez López, M. (2011). *Exe, webct y aprendizaje cooperativo en la Universidad de Almería*. Jornadas sobre redes educativas: la educación en la sociedad del conocimiento. GID.
- Santisteban Fernández, A. y Pagés Blanch, J. (coord.) (2011). *Didáctica del conocimiento del medio social y cultural en la educación primaria*. Madrid: Síntesis.
- Sarracino, F. (2014). ¿Mejora la Realidad Aumentada el aprendizaje de los alumnos? Una propuesta de experiencia de museo aumentado. *Revista Profesorado*, 18(3), 473,491. <http://hdl.handle.net/10481/34531>
- Starner, T., Mann, S., Rhodes, B. (1997). Augmented Reality through wearable computing. *Presence Teleoperators & Virtual Environment*, 6 (4), 386-398. [10.1162/pres.1997.6.4.386](https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.386)
- Y Chen, Kalberlah, C., Heinzle, J. Haynes, JD. (2011). Beyond topographic representation: decoding visuospatial attention from local activity patterns in the human frontal cortex. *International Journal of Imaging Systems and Technology* 21 (2), 201-210.

