

Uso de la realidad aumentada para la mejora de la visión espacial del alumnado.

Antonio José Moreno Garrido y Oresti Baños Legrán

Departamento de Arquitectura y Tecnología de Computadores, Universidad de Granada.

antonyamg@correo.ugr.es & antoniojose.amg@gmail.com
oresti@ugr.es

Abstract. Spatial visualization is usually not trained in class explicitly. Thus, in turn, some students can show deficiencies and development problems for this skill. This work proposes the use of augmented reality to compensate such deficiencies. The work analyzes various augmented reality online platforms and uses one of them in a real classroom. A preliminary study of the spatial vision level of the students before and after the use of the proposed system is shown, also accounting for the perceptions (usability, possible obstacles to its use, motivation, etc.) of teachers and students on the use of augmented reality.

Keywords: Augmented Reality; Education; Spatial Visualization; Educational Innovation; Educational Technology.

Resumen. La realidad aumentada es una tecnología que está cada vez más presente en la sociedad y la cual se emplea paulatinamente con mayor frecuencia para diversos fines. En este trabajo se tratará de acotar su aplicación al ámbito educativo y concretamente al de la ayuda a la mejora de la visión espacial. Esto es debido a que dicha competencia, en general, es una habilidad que se le demanda al alumno, pero la cual no se trabaja de forma específica. Esta situación da lugar a dificultades en cuanto al dominio de esta habilidad y a diferencias de nivel entre alumnos de un mismo curso y grupo. Con la finalidad de intentar dar solución a estos aspectos, se llevará a cabo una breve investigación en la que se intentará responder si el uso de la realidad aumentada podría ser una herramienta a tener en cuenta a la hora de conformar un aporte positivo en cuanto a la mejora de la visión espacial del alumno. Para ello, se realizará un análisis de las plataformas de realidad aumentada disponibles actualmente en el mercado, se llevará a cabo una implementación didáctica en el aula y, finalmente, se recabarán y analizarán todos los datos recogidos en cuanto a nivel de visión espacial del alumnado. Además se recopilarán y tratarán datos sobre percepciones, tanto del propio alumnado, como del profesorado.

Palabras clave: Realidad Aumentada; Educación; Visión Espacial; Innovación Educativa; Tecnología Educativa.

1 Introducción

1.1 Dificultad detectada y solución propuesta

La competencia de visión espacial es una habilidad que es demandada al alumno y que, por tanto, necesita dominar con cierto nivel y soltura para poder dar respuesta a las diferentes cuestiones y retos que se le plantean a lo largo del periodo educativo. El principal problema que se plantea es que, aunque se demanda al alumno esta capacidad, en muy pocas ocasiones se trabaja de forma específica con la finalidad de desarrollarla progresivamente. De esta manera, se hace previsible que pueda generarse una cierta dificultad de visión espacial en el alumnado, pudiéndose dar también una diferencia de nivel entre alumnos de un mismo curso y grupo. Dependiendo de la causa que lo motive, estas dificultades mencionadas pueden traer consigo una posible frustración, pérdida de interés, segregación y discriminación dentro del aula, etc.

Puesto que la tecnología está cada vez más presente en la sociedad actual, se ha decidido emplear y aprovechar la realidad aumentada (de ahora en adelante abreviada, según sus siglas en inglés, como AR) como herramienta de ayuda a la mejora de la visión espacial. Debido a que esta capacidad trae consigo un carácter ciertamente gráfico, el uso de la AR es una tecnología que se considera muy idónea para su uso en el aula y que se presupone que puede tener una gran vinculación con el carácter espacio-visual que se está queriendo alcanzar. Además, se conjetura que puede darse una gran aceptación por parte del alumnado y del profesorado, debido al dinamismo y carácter novedoso que engloba a esta herramienta tecnológica. Como finalidad última, lo que se pretende conseguir es que el alumno disponga de una herramienta capaz de cooperar con la obtención de una visión y concepción general de elementos en el espacio, que le permita identificar y comprender sus propios errores, que le proporcione una amplia fuente de información complementaria, un ahorro de material a emplear, entre otros muchos aspectos.

En cuanto a la secuencia a seguir en el trabajo, se plantea, en primer lugar, hacer un análisis y selección de la plataforma de AR más idónea para su uso en el aula. Posteriormente y tras haber elaborado material gráfico propio, se procederá a la implementación didáctica. En esta puesta en práctica se dará una breve introducción al alumnado sobre qué es la AR, se medirá cual es el nivel de visión espacial del mismo, se procederá a la utilización de AR y, por último, se recogerá la percepción del alumnado y del profesorado acerca del uso de la AR en el aula.

1.2 Estado del arte

Derivado de la consulta de diversas publicaciones sobre estudios llevados a cabo en base al empleo de la realidad aumentada en el aula, se definen diversas ideas a destacar. En primer lugar, según estudios realizados [4], la simple utilización de la AR aporta al usuario conocimientos sobre el manejo de dispositivos y conocimiento sobre qué es y las diferentes finalidades que puede tener esta tecnología. También es de destacar que el uso de la AR en el aula no está acotado específicamente a una etapa educativa concreta, sino que su empleo es factible desde niveles básicos como preescolar, hasta niveles más elevados como el universitario [1, 3]. Relacionado con este

empleo en educación enfocado al alumno, hay que resaltar la motivación que genera el uso de la AR en el alumnado, el complemento y enriquecimiento que puede ofrecer a apuntes y/o libros de texto utilizados, además del desarrollo del pensamiento científico que genera en el alumno [6]. Todos estos aspectos influirán, en mayor o menor medida, en el aumento del rendimiento del alumnado [2].

Por otro lado, a la hora de la puesta en práctica de la AR en el aula, son destacables diversos factores. El primero de ellos es la necesidad de formación previa. Ésta es de vital relevancia para el docente, el cual debe conocer la AR de manera destacable, estar al tanto de sus pros, sus contras, del amplio abanico de aplicaciones que puede tener en educación y de los problemas que pueden darse a la hora de su utilización [1, 7, 9]. Además, deberá tener el conocimiento suficiente para aportar al alumnado una introducción a esta tecnología y brindar unas breves nociones para su utilización en clase.

Como segundo factor, nos encontramos con los recursos. Para el uso de la AR es necesario un terminal móvil (ya sea smartphone o tablet), además de un punto de acceso a internet. Estos requisitos suponen una amplia inversión inicial y un posterior gasto en mantenimiento, lo cual genera una posible barrera en el uso de la AR [3, 8].

Por último, como tercer factor a tener en cuenta, nos encontramos con la limitación de uso. Este agente limitante es referido al empleo indiscriminado de la AR. Está demostrado que este tipo de utilización no es beneficioso para el alumno, sino que comienza a ser negativo cuando su empleo no es justificado. Es decir, el uso de esta herramienta tecnológica es el medio para intentar transmitir ciertos conocimientos y no el fin. No se persigue la utilización de la AR porque sí, sino que se persigue transmitir ciertos conocimientos con una herramienta nueva que permita sacar mayor partido a las explicaciones que brinda el docente y que facilite y amplifique la retención de esos contenidos por parte del alumnado. Por tanto, el uso infundado de esta tecnología trae consigo que el alumno pierda el interés por su utilización y que descuide su atención en clase [1, 2, 5].

2 Selección de plataforma de realidad aumentada

Con la finalidad de seleccionar la plataforma de AR más idónea y que brindara mayores facilidades de uso a la hora de la implementación didáctica en el aula, se llevó a cabo un muestreo. Se partió de 10 plataformas de AR existentes en el mercado. Se tuvieron en cuenta ciertos aspectos y, una vez definidos, se llevó a cabo un proceso de selección por descarte. Dichos ítems utilizados para la elección de la plataforma de AR son los siguientes: uso transversal, buscando que la plataforma no esté acotada únicamente a una materia específica. Creación de proyectos propios, pudiendo llevar a cabo un uso más personalizado, existiendo total libertad para creación de contenidos y no uno definido y limitado por la propia plataforma. Facilidad de uso, buscando que su utilización sea extensiva y la experiencia se centre en los contenidos que se desea transmitir y no en hacer funcionar la app de AR. Gratuidad, siendo un aspecto muy a destacar a la hora de buscar que la AR se use de forma masiva y que todo el mundo pueda tener acceso a la misma, dejando a un lado, en la medida de lo

posible, el factor económico. Existencia de app de visualización, la cual esté disponible para todo tipo de terminales móviles (smartphone y tablet) y sea compatible con los sistemas operativos utilizados en la actualidad (Android e iOS). Una vez definidos todos los ítems tenidos en cuenta en el proceso de selección, se determina como plataforma de AR elegida la de la casa comercial Aumentaty, cuya app móvil se denomina Scope. A continuación se disponen dos tablas (tabla 1 y 2) en las que queda recogido el análisis, descarte y selección final de la plataforma utilizada. Consultar [10] para conocer más detalles acerca de la selección realizada.

Tabla 1. Muestreo inicial de plataformas de realidad aumentada.

Muestreo de plataformas de AR								
Plataforma	Uso transv.	Proyectos propios	Fácil uso	Gratuidad	App visualiz.	Smartphone y tablet	Android e iOS	Selección de Apps
Anatomy 4D	x	x	-	-	-	-	-	NO
Augment	✓	✓	✓	✓*	✓	✓	✓	SÍ
Aumentaty	✓	✓	✓	✓**	✓	✓	✓	SÍ
Chromville	x	x	-	-	-	-	-	NO
Elements 4D	x	x	-	-	-	-	-	NO
HP Reveal	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	SÍ
Layar	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	SÍ
Quiver	x	x	-	-	-	-	-	NO
Vuforia	✓	✓	x	✓*	✓	✓	✓	SÍ
Zookazam	x	x	-	-	-	-	-	NO

*Gratis durante un determinado periodo de prueba.

** Versión gratuita aunque con algunas limitaciones con respecto a la versión de pago.

Tabla 2. Selección de plataforma de realidad aumentada para implementación didáctica en el aula.

Selección de plataforma de AR								
Plataforma	Sistema operativo				App gratuita	Gratuidad		Uso de App en interv. en el aula
	Android		iOS			Periodo Prueba	Total	
	Móvil	Tablet	Móvil	Tablet				
Augment	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	NO
Aumentaty	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓*	SÍ
HP Reveal	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	NO
Layar	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	NO
Vuforia	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	NO

*Con ciertas limitaciones respecto a la versión de pago.

3 Funcionamiento de plataforma de realidad aumentada

3.1 Preparación de material necesario

Previo a la utilización de la app de AR, es necesario atender a la elaboración de cierto material para el correcto funcionamiento de esta herramienta. De forma concreta, es necesaria la elaboración de una imagen rastreable por la app móvil (denominada

marcador) y del propio contenido con el que se quiere trabajar (en este caso y relacionado con el desarrollo de la visión espacial, se utilizarán modelos digitales en 3 dimensiones). Una vez creado el marcador y el modelo 3D (ver Fig. 1), se importará dicho material a la plataforma de AR y se vinculará entre sí. Por tanto, cada marcador corresponderá a un modelo 3D concreto. Cada vinculación marcador-modelo 3D se denomina proyecto de AR.

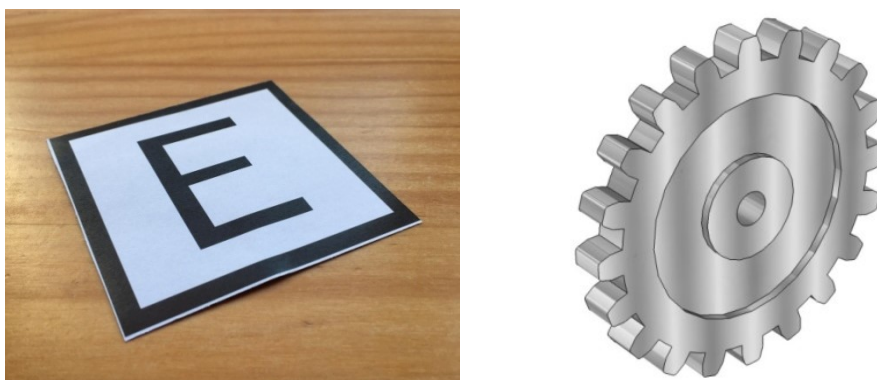


Fig.1. (A la izquierda) imagen denominada marcador, la cual es rastreable y reconocida por la app de AR. (A la derecha) modelo digital en 3D de un engranaje metálico. Éste, entre otros, fue empleado en la implementación práctica en el aula.

3.2 Utilización de app de realidad aumentada

Para utilizar la app de visualización de AR, simplemente hay que realizar una búsqueda del proyecto de AR creado. Una vez encontrado, se procede a su descarga en el terminal móvil y a continuación ya se puede comenzar con el uso de esta herramienta (ver Fig. 2).



Fig.2. Ejemplo de funcionamiento de app de AR (Scope) utilizada en la sesión práctica llevada a cabo en el aula.

4 Puesta en práctica en el aula

Para la implementación práctica de la AR en el aula se tomó una muestra de 59 alumnos de 3º de ESO del IES Ilíberis (localidad de Atarfe, provincia de Granada, España). Además se contó con la participación de 3 docentes del mismo centro educativo. Una vez definidos los diferentes agentes intervinientes en el proceso, se procede al seguimiento de una cronología fijada previamente. Ésta consiste en una introducción de la AR al alumnado, una medición de su nivel de visión espacial, utilización de AR y, por último, una consulta al alumnado y al profesorado para conocer su percepción acerca del uso de esta herramienta tecnológica. Cada uno de estos 4 pasos seguidos se definen a continuación con mayor detalle. Como información complementaria, hay que mencionar que esta puesta en práctica en el aula se llevó a cabo durante el periodo lectivo de la asignatura de Tecnología.

4.1 Introducción a la realidad aumentada

En primer lugar, se procedió a explicar al alumnado en qué consistía el termino realidad aumentada, cuáles son los ámbitos en los que actualmente se utiliza esta tecnología (marketing, industria, automoción, turismo, educación...), además de mostrar algunos casos de la vida cotidiana en los que la AR está presente y no nos percatamos de ello. Un claro ejemplo son los filtros utilizados por las apps de redes sociales o la información vial que algunos vehículos proyectan en su parabrisas.

4.2 Medición de nivel de visión espacial

Previo a cualquier toma de contacto con AR, se procedió a la realización de un test de visión espacial (modelo contenido en [10]). En éste se encuentran cuestiones en las que el alumno debe relacionar cuerpos geométricos con sus vistas (alzado, planta y perfil), vincular volúmenes con su desplegado e identificar figuras tras haber variado la posición inicial de la misma. Todo ello con la finalidad de fijar un nivel del alumnado e intentar confirmar que existen algunos alumnos con ciertas dificultades en cuanto a visión espacial, además de identificar si está presente una diferencia de nivel destacable entre alumnos. Para la posterior recopilación y análisis de los resultados obtenidos, se fijó una valoración mínima de 0 puntos y una máxima de 10.

4.3 Experiencia con realidad aumentada

En primer lugar, se procedió a realizar una breve explicación sobre el funcionamiento de la app utilizada (en este caso, Scope). A continuación se procedió a la búsqueda y la descarga de diferentes proyectos de AR creados para esta sesión. Éstos contenían respuestas al test de visión espacial realizado previamente, además de modelos 3D de diferente índole. Para comenzar, la elaboración de modelos 3D correspondientes al test de visión espacial permitía al alumno conocer sus errores cometidos, además de tener la oportunidad, por sí mismo, de poder identificar y comprender en qué se había equivocado. Por otra parte, se dispuso de otros modelos 3D que podrían ser utilizados como complemento al libro de texto que utilizan normalmente, co-

mo complemento a la explicación del docente, como ejemplo de herramienta para que el alumnado pueda crear sus propios modelos 3D y proyectos de AR, etc. En definitiva, tener una primera toma de contacto con esta tecnología, para poder mostrar al alumnado y al profesorado las diferentes aplicaciones y beneficios que podría tener en el ámbito educativo.

4.4 Obtención de percepciones sobre el uso de la realidad aumentada

Debido a la limitación de tiempo existente para la elaboración de la presente investigación, la cual deriva de un Trabajo Fin de Máster [10], se ha tenido únicamente la oportunidad de tener una primera toma de contacto con la AR. Más allá de recoger datos de carácter cuantitativo, para los que sería necesario un estudio más prolongado en el tiempo, se llevó a cabo la obtención de datos de carácter cualitativo. En definitiva, se procedió a conocer cuál era la percepción del alumnado y profesorado acerca del uso de la AR tras haberla usado en la sesión práctica. Para ello, se realizaron preguntas tipo test (tests disponibles en [10]), estando presentes cuestiones como la posibilidad de acceso a internet y a terminales móviles, motivación a la hora de usar AR, ya sea fuera y/o dentro del aula, aporte positivo del uso de esta tecnología, dificultad a la hora de su uso, necesidad de formación previa en el caso de los docentes, etc.

5 Resultados

5.1 Nivel de visión espacial del alumnado

Tras la realización del test de nivel de visión espacial llevado a cabo por el alumnado, se obtuvieron los siguientes resultados. Se parte de una valoración mínima de 0 puntos y una máxima de 10. El 73% del alumnado (43 alumnos) obtuvo una calificación de 5 o más puntos, mientras que el 27% (16 alumnos) restante obtuvo una nota inferior a 5 puntos. En cuanto a calificaciones extremas, se han dado casos de notas mínimas de 1 punto y máximas de 9 puntos.

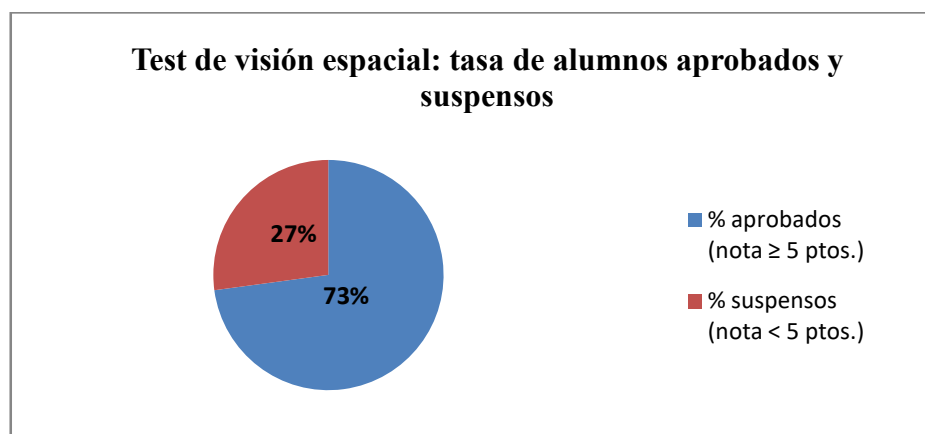


Fig.3. Resultados de test de visión espacial expresado en porcentaje de alumnos.

En cuanto a distribución del alumnado según nota, el 10% (6 alumnos) obtuvo una nota inferior a 4 puntos, mientras que la mayor parte, un 81% (48 alumnos), logró una calificación entre 4 y 7 puntos. Por último, el 9% restante (5 alumnos) consiguió un resultado superior a 7 puntos.

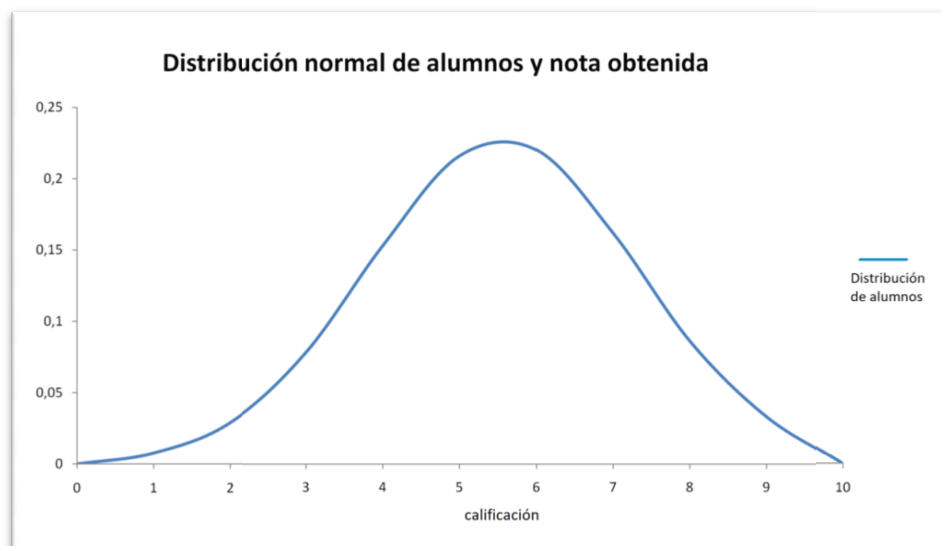


Fig.4. Gráfico de distribución normal de alumnos con respecto a nota obtenida.

5.2 Percepciones sobre el uso de realidad aumentada

Percepciones del alumnado

Tras la sesión práctica con AR llevada a cabo, la opinión conformada por el alumnado participante (59 alumnos) acerca del uso de esta herramienta tecnológica fue la siguiente (ver Fig.5): todos y cada uno de los alumnos poseían terminal móvil propio y acceso a internet (ya sea a través de internet móvil y/o wifi). Además, un punto a destacar es el de la motivación existente a la hora de su uso, pero también de su uso en clase. Todos consideran que la AR les brinda una gran ayuda en el desarrollo de la habilidad de visión espacial, además de ser un aporte positivo como complemento al libro de texto o como elemento para ayudar a comprender contenidos de cierta dificultad. En general, prácticamente todos (un 95%) considera útil el uso de la AR en otras asignaturas, además de en la de Tecnología. Incluso un 83% está dispuesto a usarlo en casa a la hora de estudiar y/o para repasar y comprender lo explicado en clase por el docente. Prácticamente nadie tuvo problema alguno en manejar la app de AR y, por último, casi la totalidad del alumnado (un 98%) cree que el simple uso de la AR les proporciona también un conocimiento en el manejo de terminales móviles, de internet y competencia sobre realidad aumentada y las distintas posibilidades que ofrece y podría ofrecer en el futuro en diferentes ámbitos.

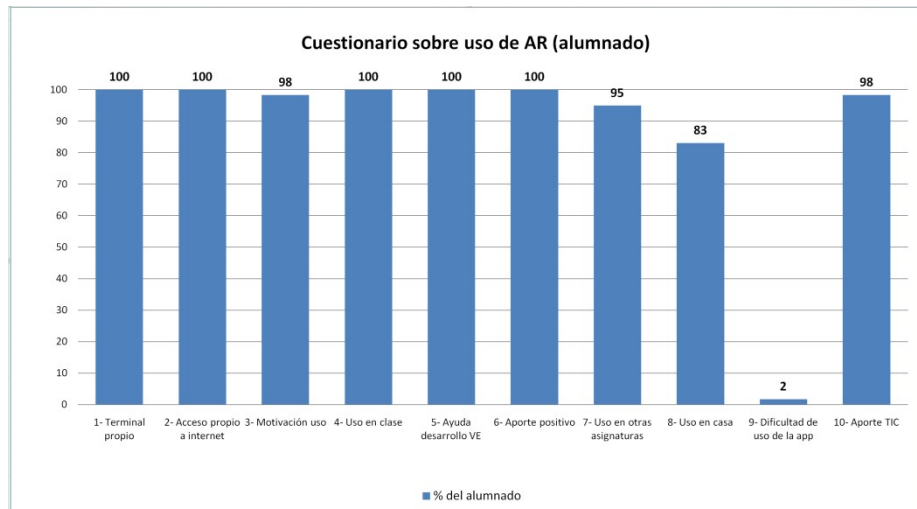


Fig.5. Resultados obtenidos tras la realización del cuestionario específico dirigido al alumnado participante (59 alumnos).

Percepciones del profesorado

Con respecto al profesorado participante (3 profesores), tras todo el proceso previo de presentación de la AR y experiencia práctica llevada a cabo, se obtuvieron las siguientes percepciones (ver Fig.6): todos y cada uno de ellos fueron coincidentes en todas las respuestas arrojadas hacia las cuestiones planteadas. Para comenzar, todos creen que la necesidad de terminales móviles y de un punto de acceso a internet podría ser, en determinadas ocasiones, una barrera a la hora de utilizar la tecnología de AR. Esto radica en que pueden darse casos en los que el alumnado no posea terminales propios, que el centro educativo no pueda proporcionarlos o, también, porque pueden existir centros con una localización remota en los que el acceso a internet sea inviable. Todo esto dificultaría de forma destacable el uso de la AR. Por otro lado, es destacable la motivación que tienen los docentes para usar esta herramienta tecnológica, además de estar dispuestos a crear incluso contenido propio para personalizar y sacar mayor provecho de sus clases impartidas. Además, se da el caso de coincidir con el alumnado en diversos aspectos. Éstos son: opinión favorable de la AR acerca de su ayuda a la mejora de la visión espacial del alumnado. Herramienta con aporte positivo (como complemento al libro de texto y para ayudar en explicaciones de cierta dificultad). Utilidad a la hora de aplicarlo en otras asignaturas además de en la de Tecnología. Estimación positiva en cuanto a la mejora de la competencia TIC del alumno con el simple uso de esta tecnología, reforzando el conocimiento y destreza del uso de dispositivos móviles, manejo de internet y conocimiento de la AR. En general, los docentes también destacan que la mayor parte del alumnado sacaría provecho de esta tecnología, lo cual sería un elemento a tener en cuenta en una potencial mejora académica. Por último, también destacan de manera notable la necesidad de

una formación al profesorado previo al uso de esta herramienta, ya que, al perseguir su uso de forma extensiva, muchos docentes pueden no haber tenido nunca contacto con esta tecnología, desconociéndola totalmente. Además, si se tiene un conocimiento sobre AR, también se podrá sacar mayor rendimiento a las clases impartidas y resolver, de manera más rápida, posibles problemas técnicos que puedan surgir en su utilización.

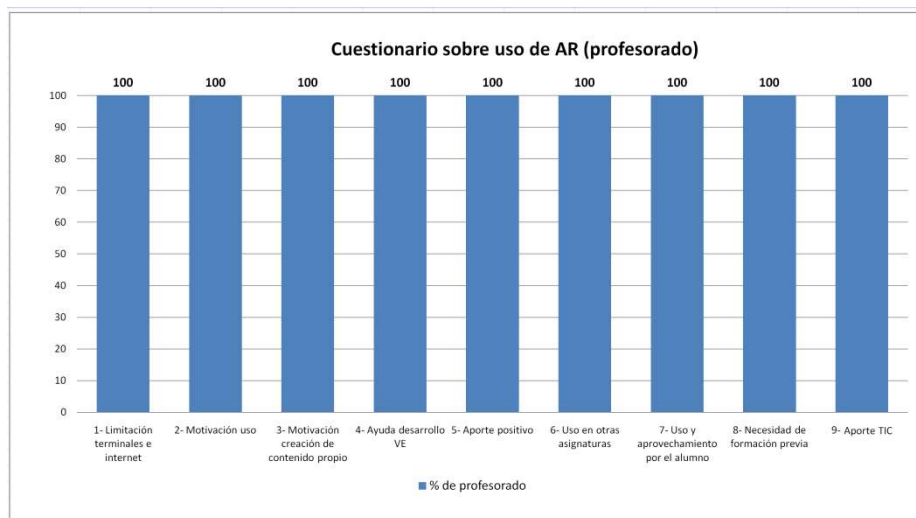


Fig.6. Resultados obtenidos tras la realización del cuestionario específico dirigido al profesorado participante (3 docentes).

6 Conclusiones

Tras la breve investigación realizada, se han podido confirmar diferentes hipótesis planteadas inicialmente. De forma concreta, se ha confirmado la existencia de un porcentaje de alumnos (un 27%. Valor a tener bastante en cuenta) que tiene ciertas dificultades en cuanto a visión espacial. Además, se ha ratificado la existencia de una desigualdad de nivel entre alumnos de un mismo curso y grupo.

En cuanto al uso de AR, queda presente que la necesidad de terminales móviles y de acceso de internet puede ser una traba para utilizar esta tecnología. Aunque, para una primera toma de contacto, al estar cada vez más extendida la presencia del teléfono móvil y de internet en la sociedad de hoy en día, podría ser una opción que el alumnado utilizara sus propios terminales. Al menos para una prueba inicial que pueda hacer ver, tanto a éstos, como al profesorado, los diferentes aspectos positivos y negativos que puede ofrecer el uso de esta herramienta. Por otro lado, se puede ver también que existe una disposición y motivación por los alumnos y docentes para usar AR y, relacionado con la mejora de visión espacial, ambas partes intervinientes consideran que contribuiría a desarrollar esta competencia. La ayuda que esta herramienta puede proporcionar en este aspecto se podría extrapolar también a otros ámbitos y

materias. Esto, sumado a la posibilidad de aplicación de la AR a diferentes niveles académicos, abre de forma considerable el abanico de uso de esta tecnología en educación, además de potenciarla y de desarrollar cada vez más la AR y sus futuras aplicaciones. Por tanto, respaldado por diversos estudios realizados y por la percepción positiva que se tiene de esta tecnología, se podría afirmar que la AR puede ofrecer una potencialidad muy a tener en cuenta en cuanto al desarrollo, mejora y cambio del modelo educativo clásico hasta ahora establecido. Al fin y al cabo, es innegable que la revolución tecnológica que hemos y estamos sufriendo ha supuesto un innegable aporte positivo en nuestro día a día. Por tanto, sin dejar de lado el actual arquetipo educativo, ¿por qué no aprovechar ese avance tecnológico para complementar ese modelo existente? ¿Por qué no utilizar diferentes fórmulas para mejorar la formación y el éxito de nuestros alumnos y futuros ciudadanos? A todo esto habría que sumarle el compromiso con el medio ambiente que nos puede brindar la AR. Ésta nos ofrece la posibilidad de poder disponer, de forma rápida y sencilla, de cientos de maquetas tridimensionales e información de diferente índole. Pero además, a esta idea hay que agregarle el gasto, tanto material, como energético, que nos podemos ahorrar al usar AR. Todo ello con respecto a la elaboración, transporte y necesidad de espacio que supondría el uso de maquetas físicas. Por tanto, con la utilización de AR, todo se reduciría a la simple tenencia de un terminal móvil.

Agradecimientos

Para la realización de este trabajo se ha contado con la participación de Manuel Solera Iglesias, profesor del IES Ilíberis (localidad de Atarfe, Granada, España). Ha brindado una inestimable colaboración y ayuda a la hora de llevar a cabo la experiencia práctica con AR en el aula. Habiendo conformado, por tanto, una de las piezas clave para la realización de la presente investigación.

Referencias

1. Cupitra-García, A. & Duque-Bedoya, E.: Profesores aumentados en el contexto de la realidad aumentada: una reflexión sobre su uso pedagógico. *El Ágora USB* 18(1), 245–255 (2018).
2. De la Gala, K. & Vera, J.: Uso de la realidad aumentada mejora los niveles de comprensión lectora en estudiantes de quinto grado del nivel primario. *CITIE 2018: Congreso Internacional de Tendencias e Innovación Educativa*. Arequipa (Perú).
3. Gavilanes, W., Abásolo, M. & Cuji, B. Resumen de revisiones sobre realidad aumentada en educación. *Espacios* 39(15), 14-31 (2018).
4. Gutiérrez, R., Duque, E., Chaparro, R. & Rojas, N.: Aprendizaje de los conceptos básicos de realidad aumentada por medio del juego Pokémon Go y sus posibilidades como herramienta de mediación educativa en Latinoamérica. *Información tecnológica* 29(1), 49-58 (2018).
5. Henao, A., Bolívar, G., Gómez, C., Restrepo, S., Velásquez, C. & Gómez, L.: Aplicaciones de realidad aumentada en educación para mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje: una revisión sistemática. *Espacios* 39(49), 3-17 (2018).

6. León, F., Duque, E. & Escobar, P.: Estrategias de formulación de preguntas de calidad mediadas por realidad aumentada para el fortalecimiento del pensamiento científico. *Revista mexicana de investigación educativa* 23(78), 791-815 (2018).
7. Pérez, S. & Robles, B.: Objetos de realidad aumentada: percepciones del alumnado de Pedagogía. *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación* (53), 207-220 (2018).
8. Prendes, C.: Realidad aumentada y educación: análisis de experiencias prácticas. *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación* (46), 187-203 (2015).
9. Toledo, P. & Sánchez, J.: Realidad aumentada en educación primaria: efectos sobre el aprendizaje. *RELATEC: Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa* 16(1), 79-92 (2017).
10. Moreno-Garrido, A.J.: Realidad aumentada como herramienta en el aula. Ayuda a la mejora de la visión espacial. Trabajo Fin de Máster, MAES, Universidad de Granada (2019).