

Este trabajo ha obtenido el 1.º Premio Estudios Financieros 2018 en la modalidad de Educación y Nuevas Tecnologías. El jurado ha estado compuesto por: don Alfonso Aguiló Pastrana, doña Milagros Antón López, don Fernando Checa García, don Ángel de Miguel Casas, doña Laura Rayón Rumayor y don Javier Manuel Valle López. (Los trabajos se presentan con seudónimo y la selección se efectúa garantizando el anonimato de los autores)



Julio Cabero Almenara¹,
Julio Barroso Osuna² y
Óscar Gallego Pérez³

La producción de objetos de aprendizaje en realidad aumentada por los estudiantes. Los estudiantes como prosumidores de información

Sumario

1. La tecnología emergente de la RA
2. Los alumnos como productores de objetos de aprendizaje
3. Motivación y aceptación de las tecnologías
4. La investigación realizada
5. Resultados alcanzados
6. Conclusiones y discusión
7. Bibliografía

Extracto:

La realidad aumentada (RA) es una de las tecnologías emergentes con grandes posibilidades educativas que se está incorporando a diferentes disciplinas y en distintos niveles educativos, ya que combina, en tiempo real y con la participación del usuario, información digital con información física a través de diferentes soportes tecnológicos, como son los *smartphones* o las *tablets*, para crear una nueva realidad enriquecida con información de lo real y lo virtual. Entre sus limitaciones se encuentra la falta de investigaciones, aspecto que destaca una vez que se pretende analizar las posibilidades que ofrece la enseñanza cuando los estudiantes son los productores de objetos de aprendizaje en RA. La investigación se realiza para analizar el siguiente objetivo general: conocer las posibilidades educativas de la RA como herramienta de producción de experiencias formativas por parte del alumnado universitario. Para ello se realiza una experiencia en la que los alumnos, tras recibir una acción formativa, deben producir objetos en RA sobre contenidos de la asignatura. Se analiza el grado de aceptación que despierta la tecnología, el grado de motivación, su impacto en el rendimiento académico, la valoración de la estructura de la acción formativa y el *software* de producción utilizado. Los resultados confirman la validez de la experiencia y abren nuevas líneas de desarrollo en el futuro.

Fecha de entrada: 03-05-2018

Fecha de aceptación: 10-07-2018

Palabras clave: realidad aumentada (RA), innovación educativa, producción de objetos de aprendizaje en RA, *technology acceptance model* (TAM), *instructional material motivational survey* (IMMS).

¹ J. Cabero Almenara, catedrático de Didáctica y Organización Escolar de la Universidad de Sevilla.

² J. Barroso Osuna, profesor titular de la Universidad de Sevilla.

³ Ó. Gallego Pérez, miembro del Grupo de Investigación Didáctica de la Universidad de Sevilla.

The production of objects of learning in augmented reality by the students. The students as information prosumers

Abstract:

Augmented reality (AR) is one of the emerging technologies with great educational possibilities that is being incorporated into different disciplines and at different educational levels, since it combines, in real time and with the participation of the user, digital information with physical information through different technological supports, such as smartphones or tablets, to create a new reality enriched with information about the real and the virtual. Among its limitations is the lack of research. Limitation that stands out when it is tried to analyze the possibilities that it offers to the education when the students become producers of objects of learning in RA. The research is carried out to analyze the following general objective: to know the educational possibilities of the RA as a tool for the production of training experiences by university students. And for this an experience is carried out where the students, after receiving a training action, they must produce objects in RA about the contents of the subject. The degree of acceptance that technology arouses, the degree of motivation, its impact on academic performance, the evaluation of the structure of the training action and the production software used is analyzed. The results confirm the validity of the experience and open lines of future research developments.

Keywords: augmented reality (AR), educational innovation, production of learning objects in AR, technology acceptance model (TAM), instructional material motivational survey (IMMS).



1. LA TECNOLOGÍA EMERGENTE DE LA RA

Hablar de RA es hablar de una tecnología emergente que cuenta con grandes expectativas para su uso educativo (Johnson y Adams, 2016; Cabero y Barroso, 2016; Nielsen, Brandt y Swensen, 2016), ya que es una tecnología que combina en tiempo real y con la participación del usuario información digital con información física a través de diferentes soportes tecnológicos, como son los *smartphones*, las *tablets* o las gafas de realidad virtual, para crear una nueva realidad enriquecida con dos informaciones: la de lo real y la de lo virtual.

Reconocemos que para su incorporación educativa contamos con diferentes limitaciones que van desde la falta de investigaciones hasta la falta de prácticas educativas que permitan conocer sus verdaderas posibilidades educativas (Bacca, Baldiris, Frabregat, Graf y Kinshuk, 2014). No podemos tampoco olvidar que las investigaciones llevadas a cabo han puesto de manifiesto que los estudiantes, cuando realizan prácticas educativas con la RA, tienen una actitud favorable a la hora de usarla, aumentan su motivación hacia el aprendizaje, muestran un alto grado de aceptación hacia esta tecnología y mejoran su rendimiento académico (Cózar, Moya, Hernández y Hernández, 2015; Bicen y Bal, 2016).

Hablar de RA es hablar de una tecnología emergente que cuenta con grandes expectativas para su uso educativo

Sus potencialidades para la formación vienen determinadas por varios aspectos básicos: sus particularidades específicas (ser una realidad mixta e interactiva, la posibilidad que ofrece para integrar en tiempo real tanto diferentes capas de información como información en distintos tipos de formatos (textos, URL, vídeos, etc.), es de fácil manejo, mediante su uso enriquecemos o alteramos la información de la realidad añadiéndole información adicional (Cabero y García, 2016) y los dispositivos tecnológicos habituales para su utilización son los *smartphones*, que son muy frecuentes entre los estudiantes, sobre todo a nivel universitario.

Su uso en la formación permite eliminar información que entorpezca la captación de lo importante para el estudiante; enriquecer la información de la realidad para hacerla más comprensible; potenciar el aprendizaje ubicuo; observar un objeto desde diferentes puntos de vista, determinando el lugar y la posición de observación; crear escenarios «artificiales» seguros para los alumnos, como laboratorios y simuladores; enriquecer los materiales impresos con contenidos adicionales en diversos soportes; y convertir a los alumnos en «proconsumidores» de objetos de aprendizaje (Barba, Yasaka y Manosalvas, 2015; Jamali, Shiratuddin, Wong y Oskam, 2015; Bicen y Bal, 2016; Santos *et al.*, 2016). Hecho puesto de mani-

[...] las investigaciones llevadas a cabo han puesto de manifiesto que los estudiantes, cuando realizan prácticas educativas con la RA, tienen una actitud favorable a la hora de usarla, aumentan su motivación hacia el aprendizaje, muestran un alto grado de aceptación hacia esta tecnología y mejoran su rendimiento académico

fiesto en algunos metaanálisis que sobre las publicaciones de sus investigaciones se han llevado a cabo (Radu, 2014).

Estas posibilidades han llevado a que el uso de la RA se esté desarrollando en distintos niveles educativos, que van desde los no universitarios a los universitarios, y en diferentes disciplinas científicas: matemáticas-geometría, ciencias naturales, física y química, medicina o ciencias de la educación (Cabero y García, 2016; Villalustre y Del Moral, 2016; Cabero, De la Horra y Sánchez, 2018).

2. LOS ALUMNOS COMO PRODUCTORES DE OBJETOS DE APRENDIZAJE

Una de las demandas del sistema educativo actual es que los estudiantes desempeñen un papel activo en su proceso de aprendizaje. Así, la taxonomía de Bloom para la era digital establece que el nivel de desarrollo más significativo que puede adquirir un estudiante ya no es evaluar, sino crear, lo que implica que el estudiante lleve a cabo acciones como programar, emitir vídeos o publicar información. Aspecto que ha sido potenciado por la Web 2.0, que facilita crear escenarios formativos donde los estudiantes dejan de ser receptores pasivos de información presentada por diferentes tecnologías y se convierten en productores de mensajes mediados; es decir, dejan de ser únicamente consumidores de información y adquieren el papel de proconsumidores.

La producción de objetos de aprendizaje en diferentes soportes audiovisuales y multimedia tiene bastante tradición en educación con la realización de documentos por parte de los estudiantes en distintos soportes, como son la producción de vídeos, los multimedia, la producción de noticias informativas mediante dispositivos móviles o programas radiofónicos, etc.

Una de las demandas del sistema educativo actual es que los estudiantes desempeñen un papel activo en su proceso de aprendizaje

Lo significativo de estas experiencias es que ofrecían a los estudiantes la posibilidad de aprender a través del proceso seguido en la construcción de los mensajes audiovisuales y multimedia y en las fases que debían seguir para ello: documentación, elaboración del guion técnico y literario, dominio de la tecnología y concreción del mensaje en el lenguaje de la tecnología elegida. Para la construcción de los mensajes, los estudiantes debían aprender tanto las posibilidades de la tecnología como el lenguaje audiovisual y telemático, para, con ambos, analizar y representar la realidad.

Estas experiencias ponen de manifiesto que los alumnos, cuando se convierten en productores de mensajes, se sienten más satisfechos para participar en la acción formativa, se encuentran más motivados en el proceso de enseñanza-aprendizaje, adquieren los contenidos y las capacidades previstas en la acción formativa y perfeccionan sus competencias digitales.

Para Jeřábek, Rambousek y Wildová (2014), el uso educativo de la RA puede hacerse bajo cinco perspectivas:

- Aumento del valor de la información.
- Actividades de gestión.

- Exposición de los fenómenos temporal y espacialmente heterogéneos.
- Simulación de fenómenos, acontecimientos y procesos.
- Adquisición y construcción de competencias en situaciones de modelo.

Dichos usos facilitan que el estudiante sea no solo un consumidor de los recursos tecnológicos producidos por otros, sino también creador de ellos.

Ahora bien, si limitadas son las investigaciones que se han llevado a cabo sobre las posibilidades educativas en RA, pocas son las que se han adentrado en la propia construcción de objetos de aprendizaje por parte de los estudiantes, y menos aún en el contexto universitario. Ello, posiblemente, se deba a diferentes razones: novedad de la tecnología, necesidad de contar con tecnologías específicas para su desarrollo, formación del profesorado y falta de referencia de experiencias. Y las que se han llevado a cabo se han efectuado bajo el paraguas del proyecto RAFODIUN (Martínez y Fernández, 2018). Es precisamente por esto por lo cual realizamos la presente investigación.

3. MOTIVACIÓN Y ACEPTACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS

Los estudios que se están desarrollando sobre la RA indican que es una tecnología con grandes posibilidades educativas para mejorar el aprendizaje adquirido de manera formal o informal; sin embargo, su uso dependerá de una serie de variables, como el grado de motivación, que, de acuerdo con Keller (2010), se refiere a la magnitud y a la dirección de la conducta. En otras palabras, se refiere a la elección que la persona hace en cuanto a lo que experimenta, o las metas a

las que se acercará o evitará, y el grado de esfuerzo que va a ejercer en ese aspecto. La motivación está influenciada por miradas internas y características externas. Para Keller habrá tres variables que determinarán la motivación que tiene un sujeto para aprender: la atención, la relevancia y la confianza. Estas variables influirán en la creación de un nivel elevado de satisfacción en la persona, lo que determinará una motivación continuada para aprender. Motivación que es un estado interno o una condición que conduce hacia la acción, que dirige y persiste en nuestro comportamiento, y nos involucra en ciertas actividades, y que, en el contexto del aula, se refiere a «experiencias subjetivas; en particular, la buena disposición de los estudiantes a participar en actividades de clase y sus razones para hacerlo» (Cheng y Yeh, 2009, p. 597).

Uno de los modelos más utilizados para analizar la motivación en el diseño instruccional es el ARCS formulado por Keller (2010), que señala que la motivación viene determinada por la interacción de cuatro

Los estudios que se están desarrollando sobre la RA indican que es una tecnología con grandes posibilidades educativas para mejorar el aprendizaje adquirido de manera formal o informal

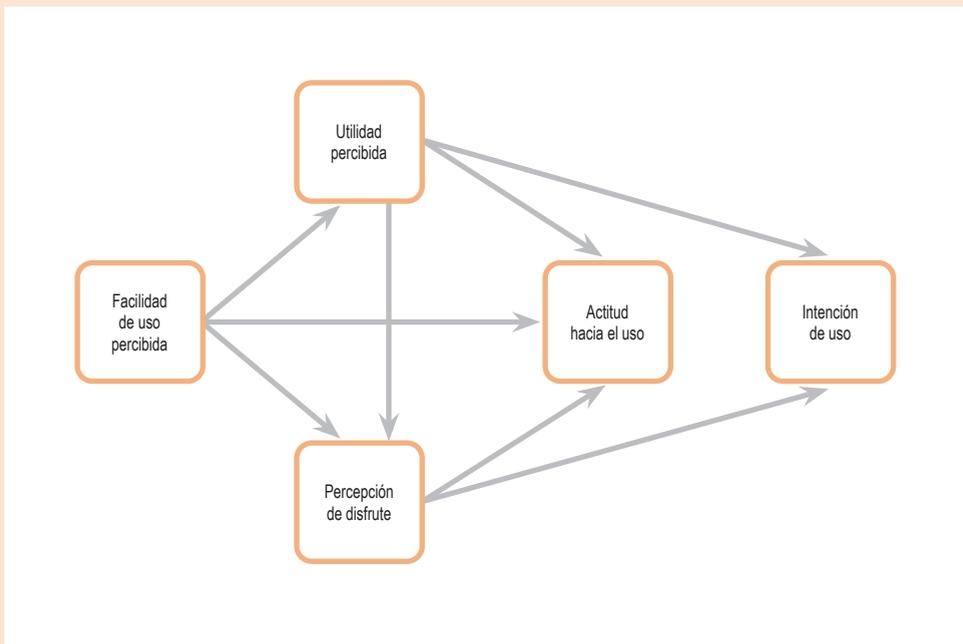
dimensiones: la atención (A), la relevancia (R), la confianza (C) y la satisfacción (S). Para Keller (2010), la categoría de atención incluye características humanas, tales como el reflejo-orientación, la curiosidad y la búsqueda de sensaciones; la relevancia se refiere a aquellas cosas que la persona percibe como un instrumento para satisfacer las necesidades y la satisfacción personal, incluyendo el cumplimiento de los objetivos personales; la confianza, que, como señala el propio autor, es un concepto complejo, que abarca varios constructos motivacionales, que van desde aquellos que explican las percepciones de control personal y la esperanza para el éxito en el extremo opuesto a la impotencia; siendo el paso final en el proceso motivacional crear satisfacción, que determinará la continuación en la motivación para aprender. La base en la que apoya su planteamiento es que, si la estrategia de la instrucción se percibe como útil para el alcance de las metas previstas, entonces es probable que el estudiante aprenda los contenidos y adquiera las competencias.

El modelo ARCS, aunque originariamente fue pensado para la interacción presencial profesor-estudiante, también se está utilizando para analizar la motivación que despierta la incorporación a la enseñanza de determinados materiales de enseñanza (enseñanza asistida por ordenador o educación virtual), para lo cual Keller (2010) elaboró el cuestionario IMMS. Instrumento que ha sido aplicado para indagar sobre el grado de motivación que despiertan diferentes tecnologías. Se ha aplicado a distintas de ellas, siendo una de estas la RA (Lu y Ying-Chieh, 2014; Wei, Weng, Liu y Wang, 2015).

Por otra parte, y de acuerdo con Davis (1989), el empleo de cualquier tecnología viene determinado por diferentes variables, entre las que se encuentran las creencias que se tengan sobre las consecuencias de su utilización; formulando, bajo este principio, su modelo TAM (véase figura 1).

El modelo indica que la actitud o la predisposición respecto a la intención de uso de una tecnología viene

Figura 1. Modelo TAM



Fuente: Davis (1989).

determinado por dos variables: la «utilidad percibida» y la «facilidad de uso percibida», siendo la primera una motivación extrínseca al usuario, y definida por el autor del modelo como «la probabilidad subjetiva de una persona de que, al usar un determinado sistema, mejorará su actuación en el trabajo» (Davis, 1989, p. 320), y la segunda, el «grado por el que una persona cree que usar un determinado sistema estará libre de esfuerzo» (Davis, 1989, p. 320).

Diferentes metaanálisis de investigaciones, como el realizado por López-Bonilla y López-Bonilla (2011),

ponen de manifiesto que es un modelo válido y robusto para explicar la intención de uso de cualquier entorno tecnológico por la persona, realizándose diferentes investigaciones sobre distintas tecnologías y siendo una de ellas la RA (Kim, Hwang, Zo y Lee, 2016).

En nuestro trabajo de investigación analizaremos los efectos de ambas variables con la intención de indagar sobre si la «intención de uso» y la «incorporación de la tecnología de la RA» por el estudiante vendrá marcada por la motivación y por el grado de aceptación que despierta su uso en él.

4. LA INVESTIGACIÓN REALIZADA

4.1. Objetivos de la investigación

La presente investigación se desarrolló durante el curso académico 2016-2017 y perseguía como objetivo general conocer las posibilidades educativas de la RA como herramienta de producción de experiencias formativas por parte del alumnado universitario: objetivo general que se desglosa en los siguientes objetivos específicos:

- Analizar el grado de aceptación tecnológica y de motivación que la producción de objetos de aprendizaje en RA producía en los estudiantes.
- Analizar si el género del estudiante influía en el grado de motivación y en el nivel de aceptación de la tecnología de la RA despertado en los estudiantes después de participar en una experiencia de producción de objetos de aprendizaje en RA.
- Examinar si el grado de motivación y el nivel de aceptación de la tecnología de la RA despertado en los estudiantes después de participar en una experiencia de producción de objetos de aprendizaje en RA influía en el rendimiento académico alcanzado.
- Determinar las ventajas y los inconvenientes que, según los alumnos, tiene la RA como herramienta de producción de contenidos por los estudiantes.
- Determinar el grado de utilidad y la valoración de las herramientas de producción de la RA utilizadas por parte de los estudiantes.

4.2. La muestra

Los participantes de la muestra fueron estudiantes que cursaban las siguientes asignaturas en dos universidades andaluzas:

- **Las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC) Aplicadas a la Educación Infantil** (grado en Educación Infantil). Asignatura impartida en las Universidades de Sevilla y Córdoba.
- **Tecnología Educativa** (grado en Pedagogía). Asignatura impartida en la Universidad de Sevilla.
- **Educación Mediática y Dimensión Educativa de las TIC** (grado en Educación Infantil). Asignatura impartida en la Universidad de Córdoba.

En el estudio participaron de forma general 233 estudiantes de las Facultades de Ciencias de la Educación de las Universidades de Sevilla y Córdoba. Del total, un 11,59% fueron hombres y el 88,41% restante, mujeres.

Respecto a la universidad de procedencia de los participantes, el 59,23% de la muestra estudiaba en la Universidad de Sevilla y el 40,77% cursaba sus estudios en la Universidad de Córdoba.

Asimismo, en cuanto a su experiencia anterior en el uso general de las TIC, el 46,78% aseguraron no tenerla, mientras que el 53,22% sí habían hecho uso de las mismas en alguna ocasión.

4.3. Diseño de la investigación

La metodología seguida en la investigación fue de corte mixto (cuantitativo y cualitativo) y de estudio de casos múltiples. Hernández, Fernández y Baptista (2010) describen los métodos mixtos como el conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación que implican la recolección y el análisis de datos, tanto cualitativos como cuantitativos, así como la discusión conjunta de los mismos, con la finalidad de realizar inferencias producto para conseguir una mayor comprensión del fenómeno que estamos estudiando.

Los motivos que nos llevaron a su elección, de acuerdo con Collins, Onwuegbuzie y Sutton (2006), fueron:

- Enriquecimiento de la muestra.
- Mayor fidelidad del instrumento.
- Integridad del tratamiento o intervención.
- Optimizar significados.

Como indica Creswell (2009), dentro de las metodologías mixtas podemos distinguir entre los procedimientos secuenciales, los concurrentes y los transformadores. En este caso, utilizamos el concurrente, ya que los datos cuantitativos y cualitativos se recogieron de forma independiente, para luego triangular los resultados y fortalecer las conclusiones del estudio.

La metodología seguida en la investigación fue de corte mixto (cuantitativo y cualitativo) y de estudio de casos múltiples

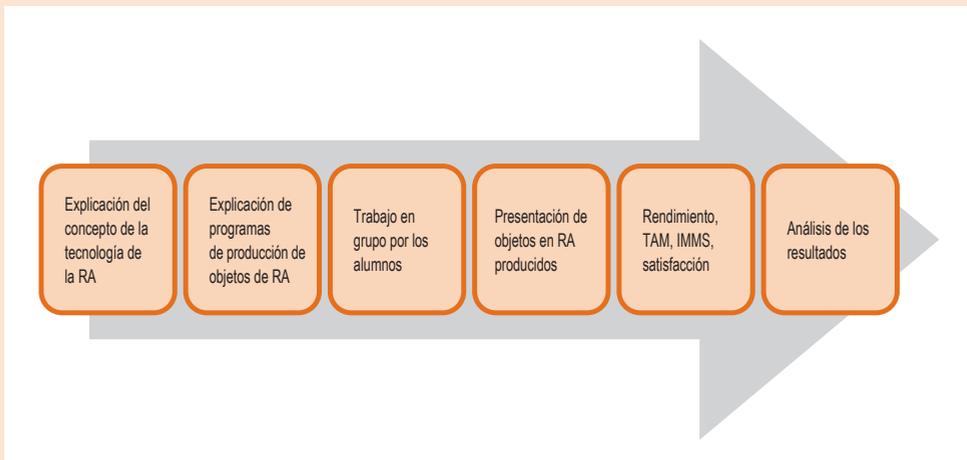
La investigación llevada a cabo en este estudio se desarrolló en diferentes fases, recogidas en la figura 2.

4.4. Descripción de la experiencia realizada

El objetivo principal de diseñar y desarrollar esta acción formativa se basó en capacitar a los estudiantes en los conocimientos básicos sobre la RA, además de potenciar el desarrollo de las competencias necesarias para ser capaces de diseñar, desarrollar e implementar sus propios objetos de aprendizaje basados en esta tecnología.

Por tanto, los objetivos fundamentales de esta acción se centraron en que los estudiantes adquirieran conocimientos tanto teóricos como prácticos para la producción de objetos en tecnología RA.

Figura 2. Proceso seguido en la investigación



Fuente: elaboración propia.

La realización de la experiencia pasó por diferentes etapas, llevadas a cabo en diversas sesiones, sintetizadas en la figura 3.

Los objetivos y los contenidos impartidos en el plan de formación fueron los que enumeramos a continuación:

• **Objetivos:**

- Conocer las ideas principales sobre la RA.
- Conocer los tipos de RA.
- Construir recursos de RA.
- Conocer las diferentes posibilidades educativas de la RA.
- Aprender a utilizar aplicaciones educativas de RA.

• **Contenidos:**

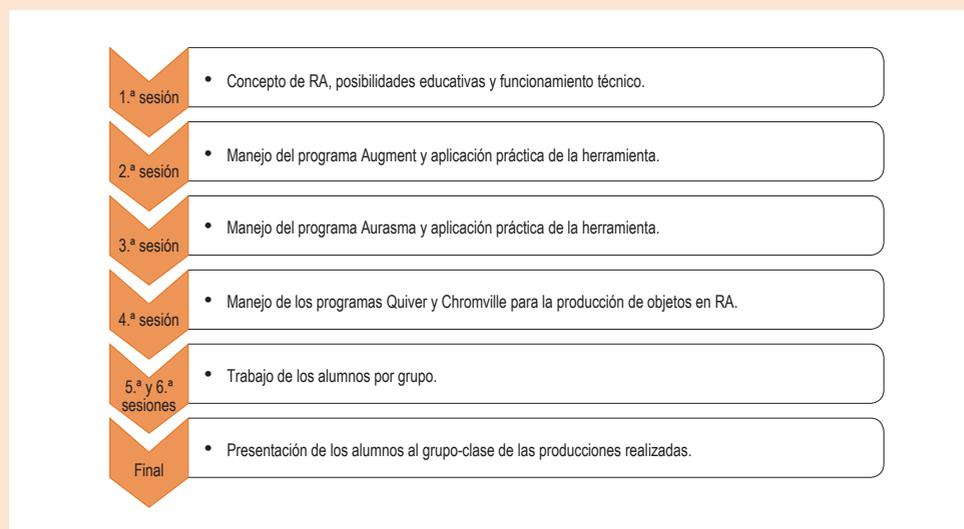
- Introducción a la RA.
- Tipos de RA.
- Tecnología para su visionado.
- Tecnología para su producción. Aplicaciones para el uso y la creación de objetos en RA:
 - Aurasma (<https://www.aurasma.com/>).
 - Augment (<http://www.augment.com/es/>).

Los objetivos fundamentales de esta acción se centraron en que los estudiantes adquirieran conocimientos tanto teóricos como prácticos para la producción de objetos en tecnología RA

- Quiver (<http://www.quivervision.com/>).
- Chromville (<https://chromville.com/es/>).
- Zookazam (<http://www.zookazam.com/>).

Los criterios utilizados para la selección del *software* fueron el coste de la herramienta (se priorizaron las herramientas gratuitas o con licencias de prueba); los conocimientos de programación (se decidió optar por recursos que no necesitaran conocimientos informáticos avanzados para su manejo); la tecnología (que permitieran ser utilizados con tecnología de gama media); las aplicaciones móviles (se optó por recursos que dispusieran de sus propias aplica-

Figura 3. Proceso seguido en el desarrollo de la experiencia



Fuente: elaboración propia.

ciones, sin necesidad de crear una exclusiva para cada recurso, lo que facilitaría su utilización); y el uso educativo (que fuesen aplicaciones pensadas para el uso educativo o, al menos, que fuesen fácilmente adaptables).

El tiempo de duración de cada una de las sesiones fue de 90 minutos, incluyendo acciones teóricas y prácticas, aunque en las sesiones quinta y sexta los estudiantes tuvieron que invertir un tiempo adicional fuera del aula. La experiencia finalizó con la presentación por parte de los estudiantes de los objetos producidos en RA, tras lo cual dispusieron de un tiempo para que cumplimentaran individualmente los instrumentos de diagnóstico y para que grupalmente evaluaran los trabajos del resto de sus compañeros.

A los estudiantes se les presentaron dos temas del programa de las asignaturas con la finalidad de que, sobre uno de ellos y organizados por grupos, tuvieran que elaborar el objeto de aprendizaje en RA. Los contenidos que se les ofrecieron fueron diversos según la asignatura. Por ejemplo, en el caso de la asignatura

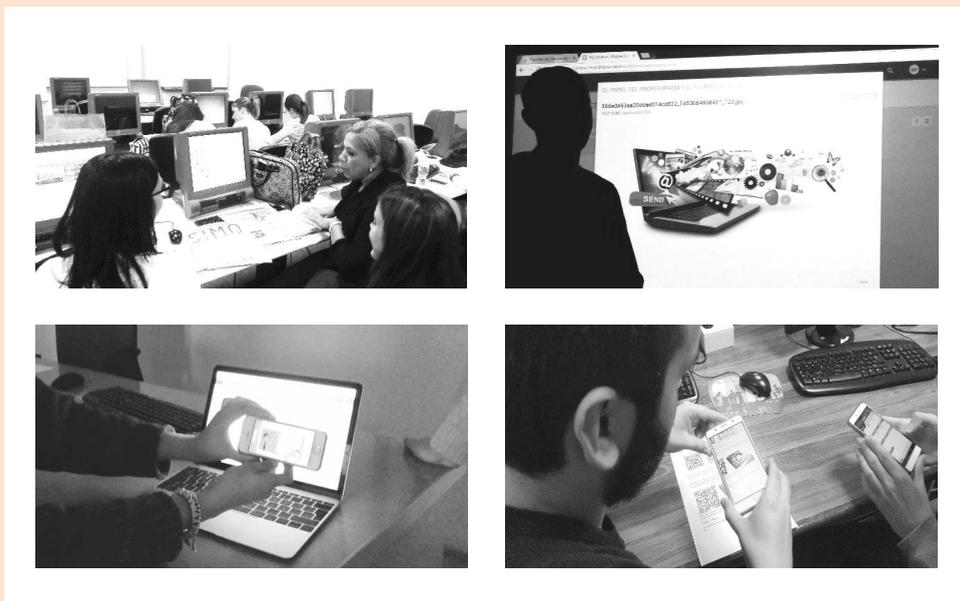
de Tecnología Educativa, los contenidos fueron la Web 2.0, las tecnologías emergentes y el papel del profesor y del alumnado en los nuevos entornos tecnológicos. Por tanto, los contenidos coincidieron con los propios de la asignatura.

Los objetos elaborados por los estudiantes fueron diseñados tomando imágenes 2D como marcadores e incluían contenidos digitales en formato vídeo y enlaces web principalmente; es decir, las producciones que realizaron las podríamos clasificar en lo que se denomina como «apuntes enriquecidos con objetos de RA» (Cheng, 2017). Los contenidos para la producción de los objetos podían obtenerlos de los diferentes manuales utilizados en las asignaturas.

Los estudiantes trabajaron por grupos, integrados por entre 3 y 5 personas, y en total se conformaron 23 grupos, que eran los tradicionalmente constituidos en las clases.

En la figura 4 se recogen imágenes de los grupos trabajando y de la exposición de los trabajos.

Figura 4. Estudiantes participando en la experiencia



Fuente: elaboración propia.

4.5. Instrumentos de recogida de información

Los instrumentos que se utilizaron para la recogida de información fueron los siguientes:

- Instrumento de diagnóstico del TAM elaborado a partir del formulado por Davis (1989).
- La IMMS de Keller (2010).
- Satisfacción de la acción formativa.
- Test de elección múltiple para el rendimiento académico.
- Entrevistas grupales realizadas a los estudiantes.
- Diario de clase elaborado por los estudiantes.

4.5.1. Instrumento de diagnóstico de aceptación de la tecnología (TAM)

El instrumento de diagnóstico de aceptación de la tecnología (TAM) de la RA fue una adaptación del propuesto por Davis (1989), que recoge información de cinco dimensiones:

- Utilidad percibida (UP).
- Facilidad de uso percibida (FUP).
- Disfrute percibido (DP).
- Actitud hacia el uso (AU).
- Intención de utilizarla (IU).

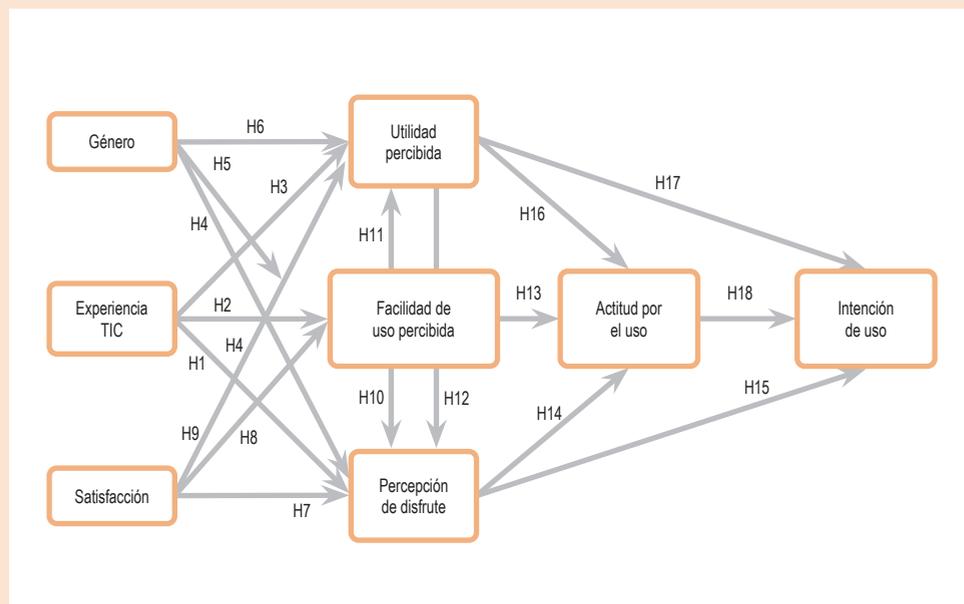
El número de ítems que lo conforma es de 15 (4 para UP, 3 para FUP, 3 para DP, 3 para AU y 2 para IU). El instrumento tenía una construcción tipo Likert, con siete opciones de respuesta que iban desde 1 (Extremadamente improbable/En desacuerdo) hasta 7 (Extremadamente probable/De acuerdo).

A las citadas dimensiones se le incorporaron tres variables predictoras:

- Género del estudiante.
- Nivel de satisfacción.
- Experiencia en TIC indicada por el estudiante.

El modelo TAM conformado para nuestro estudio se refleja en la figura 5.

Figura 5. Modelo TAM configurado para el estudio



Fuente: elaboración propia.

Dicho modelo permitía analizar las siguientes hipótesis:

- **H1-H2-H3.** La «experiencia previa en el uso de las TIC» puede afectar positiva y significativamente en la «percepción de disfrute», en la «percepción de facilidad» y en la «utilidad percibida» de uso de objetos de aprendizaje en RA.
- **H4-H5-H6.** El «género del sujeto» puede afectar positiva y significativamente en la «percepción de disfrute», en la «percepción de facilidad» y en la «utilidad percibida» de uso de objetos de aprendizaje en RA.
- **H7-H8-H9.** El «grado de satisfacción» respecto a la acción formativa recibida puede afectar positiva y significativamente en la «percepción de disfrute», en la «percepción de facilidad» y en la «utilidad percibida» de uso de objetos de aprendizaje en RA.
- **H10-H11-H13.** La «percepción de facilidad de uso» puede afectar positivamente y significativamente sobre la «percepción de disfrute», en la «utilidad percibida» y en las «actitudes de uso» de objetos de aprendizaje en RA.
- **H12-H16-H17.** La «utilidad percibida» de uso de objetos de aprendizaje en RA puede afectar positiva y significativamente respecto a la «percepción de disfrute», a las «actitudes» y a las «intenciones de uso» de objetos de aprendizaje en RA.
- **H14-H15.** La «percepción de disfrute» puede afectar positivamente y significativamente hacia las «actitudes e intenciones de uso» de objetos de aprendizaje en RA.
- **H18.** La «actitud hacia el uso» puede afectar positivamente y significativamente en la «intención de uso» de objetos de aprendizaje en RA.

4.5.2. La IMMS

Para el estudio de la motivación que despertó en los estudiantes la participación en la experiencia de producción de objetos de RA se administró la IMMS elaborada por Keller (2010); instrumento que persigue recoger información de cuatro dimensiones:

- Atención (A).
- Confianza (C).
- Relevancia (R).
- Satisfacción (S).



El instrumento tenía 35 ítems (12 para A, 9 para C, 5 para S y 9 para R). También este instrumento tenía una construcción tipo Likert y disponía de siete niveles de respuesta, desde 1 (Improbable/En desacuerdo) hasta 7 (Extremadamente probable/De acuerdo).

A partir de dicho instrumento se formularon las siguientes hipótesis nulas (H0):

1. No hay diferencias demasiado significativas entre la «atención», la «confianza», la «satisfacción», la «relevancia» mostrada por los estudiantes y el «género» de los estudiantes, con un riesgo alfa de equivocarnos del 0,05.
2. No hay diferencias significativas entre la «atención», la «confianza», la «satisfacción», la «relevancia» mostrada por los estudiantes y la «experiencia previa en el uso de las TIC» por parte de los estudiantes, con un riesgo alfa de equivocarnos del 0,05.
3. No hay diferencias significativas entre la «atención», la «confianza», la «satisfacción», la «relevancia» mostrada por los estudiantes y el «grado de satisfacción» por parte de los estudiantes, con un riesgo alfa de equivocarnos del 0,05.

4.5.3. Satisfacción de la acción formativa

El instrumento para medir el grado de satisfacción respecto a la acción formativa fue elaborado a partir del utilizado por la Agencia de Calidad Sanitaria de Andalucía para la evaluación de la calidad en el desarrollo de las acciones formativas (Espósito, Muñoz-Castro, Herrera-Usagre y Periañez-Vega, 2015). Estaba conformado por 19 preguntas cerradas, con una escala de respuestas tipo Likert, en la que el rango de valoración para cada ítem era de 1 (Muy en desacuerdo) a 7 (Muy

de acuerdo). Las 19 preguntas pretendían recoger información de cuatro grandes dimensiones:

- Utilidad de la acción formativa (3 ítems).
- Metodología (4 ítems).
- Organización y recursos (5 ítems).
- Docente (7 ítems).

Los tres instrumentos se administraron vía web, y, para la obtención del índice de fiabilidad, se aplicó el alfa de Cronbach, que, como sugieren O'Dwyer y Bernauer (2014), es el más adecuado para instrumentos con construcción tipo Likert. En la tabla 1 se presentan los valores alcanzados tanto para la globalidad de los instrumentos como para sus dimensiones.

De acuerdo con O'Dwyer y Bernauer (2014), las fiabilidades obtenidas pueden considerarse altas; si bien se debe reconocer que, en las dimensiones «satisfacción» y «relevancia» del IMMS, eran moderadas. También aplicamos la correlación ítem-total para analizar si la eliminación de algún ítem aumentaba el índice de fiabilidad del instrumento, hecho que no se produjo.

4.5.4. Rendimiento académico

En nuestro estudio entendimos por «rendimiento académico» el de una prueba de elección múltiple sobre los conocimientos existentes en los manuales de las asignaturas respecto a los que los alumnos habían realizado los contenidos de las producciones en RA. Hay que indicar que los ítems se referían a los niveles de

conocimiento y comprensión de acuerdo con la taxonomía de Bloom. La prueba se administró en la modalidad de pretest y postest, y los ejercicios fueron los mismos, alterando la ubicación de los ítems.

4.5.5. La entrevista

Uno de los instrumentos de carácter cualitativo con fuerte tradición en el terreno de la investigación en tecnología educativa es la entrevista, y que en nuestro caso pretendía cumplir la finalidad de profundizar en el análisis de la experiencia y servir también para triangular los datos con los alcanzados con los instrumentos cuantitativos.

Para ello, en primer lugar, elaboramos un protocolo de entrevista, que estaba conformado por las siguientes preguntas:

1. ¿Conocías la RA como herramienta aplicada a la educación?
2. Ahora que la conoces, y que has vivido la experiencia desde el lado del profesional que crea contenidos mediante esta tecnología, ¿crees que su aplicación en la educación será positiva?
3. Como alumno, ¿crees que facilitaría tu proceso de aprendizaje el hecho de que tus profesores utilizaran más esta tecnología?
4. De las aplicaciones vistas en la acción formativa, ¿cuál crees que es la que mejor se adecua a las necesidades que como futuros profesionales de la educación tendréis?

Tabla 1. Alfa de Cronbach de los instrumentos TAM, IMMS y satisfacción

TAM		IMMS		Satisfacción	
Total instrumento	0,937	Total instrumento	0,940	Total instrumento	0,945
Utilidad percibida (UP)	0,924	Atención (A)	0,910	Utilidad de la acción formativa .	0,912
Facilidad de uso percibido (FUP)	0,914	Confianza (C)	0,745	Metodología	0,858
Disfrute percibido (DP)	0,854	Relevancia (R)	0,662	Organización y recursos	0,851
Actitud hacia el uso (AU)	0,706	Satisfacción (S)	0,662	Docente	0,945
Intención de utilizarla (IU)	0,821				

Fuente: elaboración propia.

5. ¿Y la que menos?
6. ¿Crees que, desde el punto de vista del alumno, la RA puede ser una herramienta que te facilite tu etapa como estudiante a la hora de producir materiales o de realizar actividades de clase?
7. ¿Crees que la RA es una herramienta innovadora?
8. En futuras acciones formativas similares a la que habéis tenido, ¿qué recomendación haríais como mejora?
9. ¿Crees que el uso de la RA aumentaría tu rendimiento como estudiante?
10. ¿Crees que es fácil de usar?
11. ¿Consideras que es una herramienta divertida?
12. ¿Crees que es buena idea utilizar la RA en los procesos formativos?

Este protocolo se validó a partir de la técnica de juicio de expertos. Producto de esto fue la incorporación de dos nuevas preguntas:

13. ¿Utilizarás la RA en el futuro?
14. ¿Te gustaría que la RA fuese una tecnología aplicada al resto de asignaturas?

Dichas preguntas respondían a un sistema categorial, tal como se recoge en la tabla 2.

Una vez finalizada la acción formativa, la entrevista fue aplicada a dos grupos de participantes por cada asignatura en la que se desarrolló la experiencia. Los estudiantes participaron de forma voluntaria. Las entrevistas, una vez transcritas, se analizaron mediante el programa de análisis cualitativo Atlas-ti.

4.5.6. Diario del estudiante

También se decidió utilizar un diario del estudiante, que debía ser elaborado tras cada sesión. La idea fundamental consistía en recoger información tras finalizar cada sesión con la finalidad de ver qué aspectos le habían resultado más y menos interesantes a los participantes, así como para obtener una valoración de las herramientas utilizadas en la misma. Estos diarios permitieron obtener información sustanciosa de la visión del alumno y de la evolución del proceso seguido (McKernan, 2001).

Para que esta técnica funcionara correctamente, tuvimos que facilitar a los participantes unas mínimas instrucciones y fomentar que, al finalizar las sesiones, cumplimentaran el diario con total libertad de expresión. Por este motivo, el diario de sesiones fue anónimo.

Para su aplicación se diseñó un diario, administrado a través de internet, donde los participantes debían contestar, en los últimos minutos de la sesión, los siguientes aspectos:

- Conceptos trabajados en clase.
- Lo que más me gustó/ventajas.
- Lo que menos me gustó/desventajas.

Valoración del 0 al 10 de la utilidad que el participante percibe en la/s aplicación/es utilizada/s en esa sección.

El diario fue aplicado en las seis sesiones en las que se desarrolló la acción formativa y en todos los grupos de todas las asignaturas en ambas universidades. También, en este caso, los datos fueron analizados mediante el programa Atlas-ti.

Tabla 2. Relación preguntas definitivas-categorías

Categorías	Subcategorías	Preguntas
Conocimientos previos		1
Características de la RA		7 y 11
Uso educativo	Uso como alumno Uso como profesional ..	6, 9, 12 y 14 3 y 13
Aplicaciones para construir la RA	Más positiva	4
	Menos positiva	5
	Facilidad de uso	10
Posibilidades educativas		2
Plan de formación		8

Fuente: elaboración propia.

5. RESULTADOS ALCANZADOS

5.1. Resultado de los instrumentos cuantitativos

Con el objeto de facilitar la comprensión de los resultados, se presentarán, en primer lugar, los obtenidos respecto a la variable «adopción de la tecnología RA» por los estudiantes participantes en el estudio; posteriormente, los alcanzados respecto a la «motivación»; después, los de la «satisfacción por la acción formativa»; y, finalmente, los referidos a la significación de la variable «género» y al «rendimiento académico».

5.1.1. Grado de aceptación de la tecnología

Comenzando con el análisis del TAM, en la tabla 3 se presentan las medias y las desviaciones típicas alcanzadas tanto en la globalidad del instrumento como en sus diferentes dimensiones.

Como podemos observar en la tabla 3, las puntuaciones medias alcanzadas en todos los casos superan ampliamente el valor central de la escala, que era 3,5, lo que supone un fuerte grado de aceptación de la tecnología de la RA para los estudiantes una vez que participaron en la experiencia de producción de objetos en RA. Resulta llamativa la alta puntuación encontrada en las dimensiones «actitud hacia el uso» (6,13) e «intención de utilizarla» (6,11).

Con objeto de analizar las hipótesis que se derivaban del modelo TAM formulado en la investigación, lo primero que hay que señalar es que se utilizaron dos tipos de estadísticos, que vinieron marcados por la tipología de las respuestas. Para aquellas que eran dicotómicas (sí/no; masculino/femenino), se aplicó la t de Student (H1, H2, H3, H4, H5 y H6), y, para el resto, el coeficiente de correlación de Pearson. Es necesario indicar que en el caso de la t de Student, en primer lugar, se aplicó el test de Levene para analizar si se asumía o no la igualdad de las varianzas a un nivel de significación $p \leq 0,05$ y, en función de ello, determinar el valor que se seleccionaría.



Tabla 3. Instrumento TAM: medias y desviaciones típicas alcanzadas

Dimensión	Media	Desviación estándar
TAM	5,91	0,75
Utilidad percibida (UP)	5,82	0,89
Facilidad de uso percibida (FUP)	5,59	1,11
Disfrute percibido (DP)	6,05	0,88
Actitud hacia el uso (AU)	6,13	0,70
Intención de utilizarla (IU)	6,11	0,80

Fuente: elaboración propia.

En primer lugar, analizaremos los datos obtenidos con la variable «experiencia en TIC». En la tabla 4 se presentan los valores medios alcanzados con sus correspondientes desviaciones típicas para cada una de las dimensiones.

Como se observa, los valores medios son superiores en todas las dimensiones restantes en aquellos sujetos que indicaron que tenían experiencia con TIC.

Aplicada la t de Student en la tabla 5, se presentan los valores obtenidos respecto a si tenían o no experiencia previa en TIC.

Según los resultados de la prueba de Levene, podemos indicar que solo en un caso no se asumen las varianzas iguales: «facilidad de uso percibida». Por otra parte, es importante destacar que, en los tres casos, los valores encontrados permiten rechazar las tres H0

Tabla 4. Media y desviación típica, según la «experiencia previa», de las dimensiones «disfrute percibido», «facilidad de uso percibida» y «utilidad percibida»

	Experiencia previa	N	Media	Desviación estándar
Disfrute percibido (DP)	Si	101	6,1786	0,87574
	No	106	5,8333	0,85431
Facilidad de uso percibida (FUP)	Si	101	5,8333	0,98108
	No	106	5,2099	1,20498
Utilidad percibida (UP)	Si	101	5,9345	0,94592
	No	106	5,6481	0,78084

Fuente: elaboración propia.

Tabla 5. Prueba t para las dimensiones «disfrute percibido», «facilidad de uso percibida» y «utilidad percibida» según la «experiencia previa»

		Prueba de Levene		Prueba t de Student		
		F	Sig.	t	Gl	Sig.
Disfrute percibido (DP)	Se asumen varianzas iguales	0,902	0,344	2,255	134	0,026
	No varianzas iguales			2,268	110,26	0,025
Facilidad de uso percibida (FUP)	Se asumen varianzas iguales	4,288	0,040	3,328	136	0,001
	No varianzas iguales			3,184	96,595	0,002
Utilidad percibida (UP)	Se asumen varianzas iguales	3,130	0,079	1,855	136	0,066
	No varianzas iguales			1,933	127,634	0,054

Nota. Los números destacados en negrita hacen referencia al valor t referenciado en función del valor alcanzado en el test de Levene.

Fuente: elaboración propia.

nulas formuladas y, en consecuencia, es posible aceptar las hipótesis alternativas (H1). Por tanto, podemos decir que la experiencia previa que los estudiantes tenían en las TIC repercutió sobre el «disfrute percibido», la «facilidad de uso percibida» y la «utilidad percibida», con un riesgo alfa de equivocarnos del $p \leq ,05$.

Por lo que se refiere al género, los resultados de las puntuaciones medias y de las desviaciones típicas alcanzadas se presentan en la tabla 6.

Como se observa, los valores son muy similares, no mostrándose grandes diferencias. Para analizar si las diferencias eran significativas, aplicamos la t de Student, obteniendo los valores que se presentan en la tabla 7.

Como podemos observar, la prueba de Levene no nos permite asumir la igualdad de las varianzas, lo que nos lleva a asumir los valores t de Student siguientes: - 0,474, - 1,542 y - 0,298. Valores que no nos permi-

Tabla 6. Media y desviación típica, según el «género», de las dimensiones «disfrute percibido», «facilidad de uso percibida» y «utilidad percibida»

	Género	N	Media	Desviación estándar
Disfrute percibido (DP)	Hombre	56	5,9333	0,99363
	Mujer	163	6,0606	0,86923
Facilidad de uso percibida (FUP)	Hombre	56	5,1556	1,16064
	Mujer	163	5,6423	1,09990
Utilidad percibida (UP)	Hombre	56	5,7500	1,00889
	Mujer	163	5,8313	0,88214

Fuente: elaboración propia.

Tabla 7. Prueba t para las dimensiones «disfrute percibido», «facilidad de uso percibida» y «utilidad percibida» según el «género»

		Prueba de Levene		Prueba t de Student		
		F	Sig.	t	gl	Sig.
Disfrute percibido (DP)	Se asumen varianzas iguales ..	0,358	0,551	- 0,527	134	0,599
	No varianzas iguales			- 0,474	16,765	0,642
Facilidad de uso percibida (FUP)	Se asumen varianzas iguales ..	0,100	0,752	- 1,609	136	0,110
	No varianzas iguales			- 1,542	17,211	0,141
Utilidad percibida (UP)	Se asumen varianzas iguales ..	0,102	0,750	- 0,332	136	0,741
	No varianzas iguales			- 0,298	16,716	0,769

Nota. Los números destacados en negrita hacen referencia al valor t referenciado en función del valor alcanzado en el test de Levene.

Fuente: elaboración propia.

ten rechazar, al nivel de significación $p < 0,05$, ninguna de las H_0 formuladas. En consecuencia, podemos señalar que el género del estudiante no repercutía en el «disfrute percibido», en la «facilidad de uso percibida» y en la «utilidad percibida».

A continuación, se presentan los valores obtenidos en el resto de hipótesis del modelo TAM formulado, para lo cual, como ya se ha señalado, se aplicó el coeficiente de correlación de Pearson (véase figura 6).

Los coeficientes alcanzados permiten obtener las siguientes conclusiones:

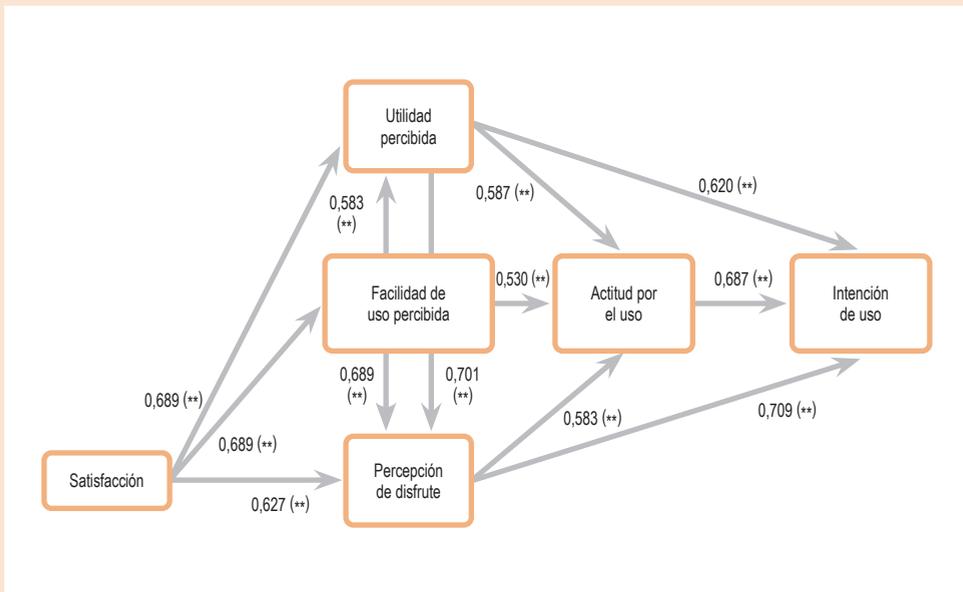
- El nivel de «satisfacción» mostrado por la acción formativa afecta positiva y significativamente a la «utilidad percibida», a la «facilidad de uso percibida» y a la «percepción de disfrute».
- El «disfrute percibido» mostrado por el estudiante tras la participación en la experiencia de producción de objetos de aprendizaje en RA afecta positiva y significativamente a la «facilidad de uso percibida»,

a la «utilidad percibida», a la «actitud hacia su uso» y a la «intención de utilizar» esta tecnología.

- La «facilidad de uso» mostrada por el estudiante tras la participación en la experiencia de producción de objetos de aprendizaje en RA afecta positiva y significativamente a la «facilidad de uso percibida» y a la «actitud hacia su uso».
- La «utilidad percibida» mostrada por el estudiante tras la participación en la experiencia de producción de objetos de aprendizaje en RA afecta positiva y significativamente a la «actitud hacia su uso» y a la «intención de utilizar» esta tecnología.
- La «actitud mostrada» por el estudiante tras la participación en la experiencia de producción de objetos de aprendizaje en RA afecta positiva y significativamente a la «intención de utilizar» esta tecnología.

Es importante señalar también que las relaciones tienden a ser elevadas y positivas. Esto último indica que, cuando la puntuación de una variable aumenta, la otra también lo hace en la misma dirección.

Figura 6. Correlaciones de Pearson entre las diferentes variables contrastadas en el modelo TAM propuesto



Nota. (**) = $p \leq 0,01$.

Fuente: elaboración propia.

5.1.2. Motivación

Por lo que se refiere a los resultados alcanzados con la aplicación del IMMS, en la tabla 8, se ofrecen las medias y las desviaciones alcanzadas en la globalidad del instrumento y en sus dimensiones. Para su interpretación recuérdese que el intervalo de respuesta oscilaba entre 1 y 7.

Como se observa en la tabla 8, las puntuaciones medias son bastante elevadas y superan en más de 2 puntos el valor central de la escala, situado en el 3,5, lo cual indica la fuerte motivación que la participación en la experiencia despertó en los estudiantes.

Para analizar la significación de la «motivación» y su relación con la «satisfacción en la acción formativa», se

aplicó el coeficiente de correlación de Pearson, alcanzando los valores que presentamos en la tabla 9.

Es relevante indicar que las correlaciones entre la «satisfacción con la acción formativa» y la «motivación» general y las dimensiones que la conforman han sido todas positivas y significativas al $p \leq 0,01$, salvo en la relación «satisfacción con la acción formativa» y la «atención», que lo fue al $p \leq 0,01$.

Respecto a la significación de la «experiencia previa en TIC» en relación con la «motivación» y las diferentes dimensiones que la conforman, en la tabla 10 se presentan las puntuaciones medias obtenidas y sus desviaciones típicas.

Tabla 8. Medias y desviaciones típicas alcanzadas en el instrumento IMMS

Dimensión	Media	Desviación estándar
IMMS	4,82	0,80
Confianza (C)	4,74	0,80
Atención (A)	5,00	1,04
Satisfacción (S)	4,86	1,03
Relevancia (R)	5,00	0,74

Fuente: elaboración propia.

Tabla 9. Correlación de Pearson entre la IMMS y sus dimensiones y la «satisfacción con la acción formativa»

		IMMS	Relevancia (R)	Confianza (C)	Atención (A)	Satisfacción (S)
Satisfacción con la acción formativa	Correlación de Pearson	0,298	0,293	0,198	0,288	0,273
	Sig.	0,003	0,004	0,055	0,005	0,007

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la tabla 10, las puntuaciones medias fueron muy similares. Y con el objeto de analizar si tales diferencias eran significativas desde un punto de vista estadístico, aplicamos la t de Student, alcanzando los valores que presentamos en la tabla 11 y analizando, como ya hemos efectuado anteriormente, la significación de la igualdad de las varianzas para determinar el valor t que deberíamos seleccionar.

Por lo tanto, podemos resumir que, en cuanto a las hipótesis planteadas, deben considerarse como válidas

las hipótesis nulas que afirman que no existe relación entre la «experiencia previa en el uso de las TIC» y la «atención», la «relevancia», la «satisfacción», la «confianza» y la «motivación», así como debemos rechazarla en el caso de la relación con la «satisfacción con la acción formativa».

En el caso de las relaciones entre el «género» y las mismas dimensiones, debemos aceptar las hipótesis nulas en todos los casos, confirmando, con un nivel de $p \leq 0,05$ de confianza, que no existe relación.

Tabla 10. Media y desviación típica, según la «experiencia previa», de las dimensiones del IMMS y del cuestionario de satisfacción

	Experiencia previa	N	Media	Desviación estándar
Atención (A)	Sí	101	5,1886	1,01895
	No	106	4,8629	1,03864
Relevancia (R)	Sí	101	4,6795	0,82752
	No	106	4,6323	0,68589
Confianza (C)	Sí	101	4,8667	0,80210
	No	106	4,6424	0,79657
Satisfacción (S)	Sí	101	4,9388	1,05335
	No	106	4,8073	1,01832
IMMS global	Sí	101	4,9389	0,84071
	No	106	4,7389	0,77159
Satisfacción con la acción formativa	Sí	101	5,6487	0,76942
	No	106	5,3196	0,80967

Fuente: elaboración propia.

Tabla 11. Prueba t para las dimensiones de la IMMS y del cuestionario de satisfacción según la «experiencia previa»

		Prueba de Levene		Prueba t de Student		
		F	Sig.	t	gl	Sig.
Atención (A)	Se asumen varianzas iguales...	0,095	0,759	1,521	93	0,132
	No varianzas iguales			1,526	85,111	0,131

.../...

Tabla 11. Prueba t para las dimensiones de la IMMS y del cuestionario de satisfacción según la «experiencia previa» (cont.)

		Prueba de Levene		Prueba t de Student		
		F	Sig.	t	gl	Sig.
.../...						
Relevancia (R)	Se asumen varianzas iguales ...	3,907	0,051	0,303	93	0,762
	No varianzas iguales			0,295	74,310	0,769
Confianza (C)	Se asumen varianzas iguales ...	0,032	0,859	1,351	93	0,180
	No varianzas iguales			1,349	83,854	0,181
Satisfacción (S)	Se asumen varianzas iguales ...	0,163	0,688	0,612	93	0,542
	No varianzas iguales			0,609	82,506	0,544
IMMS global	Se asumen varianzas iguales ...	0,926	0,338	1,201	93	0,233
	No varianzas iguales			1,185	79,792	0,239
Satisfacción con la acción formativa	Se asumen varianzas iguales ...	0,115	0,736	1,997	93	0,049
	No varianzas iguales			2,013	86,564	0,047

Nota. Los números destacados en negrita hacen referencia al valor t referenciado en función del valor alcanzado en el test de Levene.

Fuente: elaboración propia.

5.1.3. Satisfacción hacia la acción formativa recibida

Por lo que se refiere a la satisfacción que obtuvieron tras participar en la acción formativa, en la tabla 12 se ofrecen los valores medios y las desviaciones típicas alcanzadas en cada una de las dimensiones que conformaban el instrumento.

En este caso, a tenor de los datos reflejados en la tabla 12, la valoración media que obtenemos sobre el cuestionario de «satisfacción» al completo es bastante positiva ($m = 5,95$), siendo valorada prácticamente como «bastante satisfechos». La tendencia en el resto de dimensiones indica que los estudiantes están más cerca de estar «bastante satisfechos» que «ligeramente satisfechos». Vemos que las valoraciones para las dimensiones «organización y recursos» ($m = 5,59$), «metodo-

cionario de «satisfacción» al completo es bastante positiva ($m = 5,95$), siendo valorada prácticamente como «bastante satisfechos». La tendencia en el resto de dimensiones indica que los estudiantes están más cerca de estar «bastante satisfechos» que «ligeramente satisfechos». Vemos que las valoraciones para las dimensiones «organización y recursos» ($m = 5,59$), «metodo-

Tabla 12. Valores medios y desviaciones respecto a la «satisfacción» por participar en la acción formativa

Dimensión	Media	Desviación estándar
Satisfacción (S)	5,95	0,80
Utilidad de la acción	5,83	0,88
.../...		

Tabla 12. Valores medios y desviaciones respecto a la «satisfacción» por participar en la acción formativa (cont.)

Dimensión	Media	Desviación estándar
Metodología	5,51	0,90
Docente	6,33	0,85
Organización y recursos	5,59	0,94

Fuente: elaboración propia.

logía» ($m = 5,51$) y «utilidad de la acción» ($m = 5,83$) superan el valor 5 de media. La dimensión mejor valorada fue la referida a la labor del «docente» ($m = 6,33$).

Podemos decir, por lo tanto, que las valoraciones de los participantes en la acción formativa son muy positivas, dado que la valoración media máxima podría ser de 7 y el valor alcanzado casi llega a 6 ($m = ,95$). Finalmente, cabría indicar que las desviaciones encontradas demuestran una leve variabilidad en las respuestas de los estudiantes.

Una de nuestras preocupaciones al realizar esta investigación consistió en saber si los alumnos, tras participar en la experiencia de producción de objetos de aprendizaje en RA, adquirirían los contenidos sobre los que versaban las temáticas en las cuales se les propusieron que realizaran los objetos de aprendizaje, y cuyos contenidos debían obtenerlos de los manuales de la asignatura.

5.1.4. Rendimiento académico

Antes de presentar los resultados es importante señalar que, por motivos operativos, este diseño de investigación solo se desarrolló en dos grupos y en una única de las dos universidades participantes.

El tipo de diseño fue de pretest-postest con un grupo. Para ello, los alumnos cumplimentaron un pretest antes de comenzar la experiencia sobre los dos contenidos que posteriormente se les propondrían que deberían seleccionar para realizar los objetos; posteriormente, desarrollaron la experiencia; y, finalmente, se les administró un postest de conocimiento. El pretest y el

postest tenían el mismo número de ítems (15), aunque, como no sabíamos el tema que seleccionarían los alumnos, el pretest estaba formado por el doble de preguntas, las mismas para cada uno de los dos temas de contenidos ofrecidos. El postest fue cumplimentado únicamente respecto al contenido seleccionado.

Las hipótesis que formulamos fueron las siguientes:

- **Hipótesis nula (H0).** No existen diferencias significativas en el rendimiento alcanzado por los estudiantes en el pretest y en el postest, tras participar en la experiencia de producción de objetos en RA, con un riesgo alfa de equivocarnos del 0,05.
- **Hipótesis alternativa (H1).** Sí existen diferencias significativas en el rendimiento alcanzado por los estudiantes en el pretest y en el postest, tras participar en la experiencia de producción de objetos en RA, con un riesgo alfa de equivocarnos del 0,05.



Para su contraste aplicamos la t de student. En la tabla 13 se presentan los valores medios alcanzados y el valor del estadístico.

Los valores obtenidos nos permiten rechazar la H0 y aceptar, en consecuencia, la alternativa con un nivel de significación de $p \leq 0,001$; luego, podemos concluir que la participación en la experiencia permitió que los estudiantes aprendieran los contenidos de las temáticas desarrollados en los objetos de RA producidos.



Tabla 13. t de Student para el rendimiento académico

Rendimiento	Media	Desviación típica	t	gl	Sig.
Prestest	4,56	3,210			
Postest	9,95	2,270	18,736	64	0,00

Fuente: elaboración propia.

5.2. Resultado de los instrumentos cualitativos

5.2.1. Las entrevistas

Por lo que se refiere a los resultados obtenidos en las entrevistas efectuadas a los grupos de estudiantes, recordemos que se realizaron sobre 14 preguntas organizadas en 6 categorías generales que pretendían dar respuesta a algunos de los objetivos planteados en la investigación.

Hay que indicar que, una vez transcritas, fueron codificadas de acuerdo al sistema categorial previamente

establecido, obteniéndose las frecuencias y los porcentajes que señalamos en la tabla 14.

Como podemos observar, las preocupaciones de los estudiantes se centraron fundamentalmente en las «aplicaciones para construir la RA» y en las «características que tenía la RA».

Uno de los aspectos que interesaba conocer a través de la entrevista se refería al «nivel de conocimiento previo» que los estudiantes tenían sobre el uso de las

Tabla 14. Porcentaje de las categorías y subcategorías obtenidas en las entrevistas

Categorías	Subcategorías	Porcentaje subcategoría	Porcentaje categoría
Conocimientos previos	CP_TIC	3,1 % (f = 3)	10,2 % (f = 10)
	CP_RA	7,1 % (f = 7)	
...			

Tabla 14. Porcentaje de las categorías y subcategorías obtenidas en las entrevistas (cont.)

Categorías	Subcategorías	Porcentaje subcategoría	Porcentaje categoría
.../...			
Características de la RA	INN	10,2% (f = 10)	20,4% (f = 20)
	DIV	10,2% (f = 10)	
Uso educativo	UE_alum	8,2% (f = 8)	14,3% (f = 14)
	UE_prof	6,1% (f = 6)	
Aplicaciones para construir RA	ApliPos	9,2% (f = 9)	22,4% (f = 22)
	ApliNeg	3,1% (f = 3)	
	ApliFac	10,2% (f = 10)	
Posibilidades educativas	PEdu_Pos	11,2% (f = 11)	14,3% (f = 14)
	PEdu_NEg	3,1% (f = 3)	
Plan de formación	PF_Dur	6,1% (f = 6)	18,4% (f = 18)
	PF_Met	3,1% (f = 3)	
	PF_Rec	9,2% (f = 9)	

Fuente: elaboración propia.

TIC, en general, y de la RA; aspecto al cual se referían los estudiantes con comentarios como los siguientes: «Yo conocía algunas TIC, como el blog, la wiki, y eso [...], pero no sabía lo que era la RA» o «Algunas sí que las hemos usado, pero la RA nunca».

Comentarios que nos indicaron que era prácticamente desconocida por los estudiantes, siendo las referencias escasas o marginales, con comentarios como los siguientes: «Yo había escuchado hablar de ella, pero sobre videojuegos» o «Sí, pero nunca la había utilizado».

Por lo que se refiere a la categoría «características de la RA», es importante destacar que los estudiantes, fundamentalmente, indicaron que la percibían como una tecnología con dos características: ser una herramienta innovadora y ser una herramienta divertida. Su condición de innovadora viene respaldada por comentarios como los siguientes: «Sí, porque es algo distinto, es nuevo y casi nadie lo conoce» o «Sí, porque es distinto a lo que utilizamos en clase normalmente».

Los profesores nos mandan libros y ponen presentaciones, pero nada más, y esto es distinto». Es necesario señalar el comentario realizado por un grupo: «Sí, yo creo que ni los profesores saben todavía qué es eso de la RA». Y en el caso de sus posibilidades para la diversión, se justificaba por comentarios como los siguientes: «Sí, por supuesto, lo hemos pasado muy bien en estas clases» o «Sí, porque en mi caso, y creo que en el de mis compañeros también, normalmente estamos deseando que termine la clase para irnos, pero, en estas, lo hemos pasado bien y había días, como cuando estuvimos pintando, que se nos pasó el tiempo que ni nos dimos cuenta».

Con la categoría «uso educativo» se pretende recoger los comentarios y las opiniones de los estudiantes sobre el uso presente y futuro que harán de la RA desde dos puntos de vista distintos: como actuales estudiantes y como futuros profesionales de la educación; aspectos que desde nuestro punto de vista reforzarían la validez de la experiencia. Por lo que se refiere a su uso como estudiantes, los comentarios fueron en las si-

guientes direcciones: «Sí. Hacer, por ejemplo, las presentaciones de los trabajos», «Sí, porque pienso que hasta el profesor se va a sorprender al verlo y me lo va a valorar mejor» o «Sí, porque es una forma de enseñar mucha información y todo el mundo la puede ver con su móvil o su *tablet*». Por lo que se refiere a su posible utilización como futuros profesionales de la educación, las opiniones fueron todas positivas y en las siguientes direcciones: «Muy positivo. A mí, de chico, me habría encantado que en mi cole hubiésemos tenido esta tecnología», «Yo la he probado con mis sobrinos y les encanta» o «Sí, seguro que sí. Dentro de poco tiempo la tecnología será muy importante en los colegios».

Un aspecto de mucho interés para nosotros en esta investigación consistía en la evaluación por parte de los estudiantes de las «aplicaciones para construir objetos» en RA que los estudiantes habían utilizado para crear contenidos educativos en RA, clasificando las respuestas en herramientas con una respuesta más positiva, herramientas con una respuesta más negativa y la facilidad de uso percibida de las mismas. En cuanto a los aspectos más positivos sobre las herramientas utilizadas, ha sido la herramienta Aurasma la mejor valorada, con comentarios como los siguientes: «Creo que Aurasma, porque puedes poner vídeos y fotos y 3D» o «Aurasma, aunque las demás también». Aunque, como acertadamente indicó un grupo, «Depende, porque si es para la universidad o si es para infantil, por ejemplo, sirven unas más que otras». Por lo que se refiere a las valoraciones más negativas, lo primero que debemos indicar es que fueron escasas (3,1%, $f = 3$) y diversas: «Yo creo que las que ya vienen hechas, porque no podemos poner nada nuevo y solo podemos usarlas y ya está», «Pues Augment, porque solo es para 3D» o «Quiver y Chromville son más limitadas». Por último, y en relación a la facilidad para manejarse con los diferentes programas ofrecidos, cabe indicar que los estudiantes encuentran en general «sencillo» el uso técnico de las mismas: «Sí, yo creo que sí, porque ya todo el mundo utiliza el móvil y la *tablet*», «Sí, porque estamos acostumbrados a usar el móvil» o «No es difícil. Creo que es sencillo, pero también depende de cómo la hagan». Este último comentario apuntaba a la validez de la acción organizada por nosotros.

Respecto a las «posibilidades educativas» de la RA prevalecen los comentarios positivos frente a los negativos, destacando que es una tecnología que mejoraría el aprendizaje, como se desprende de los siguientes comentarios: «En algunas asignaturas sí, sobre todo en las más teóricas» o «Sí, porque, al ser más entretenido, creo que me costaría menos estudiar y aprendería mejor». En cuanto a si ven positivo que la RA sea una tecnología que se integre como una más de las utilizadas por los docentes en sus asignaturas, igualmente, las respuestas fueron positivas, como podemos ver a continuación: «Sí, porque hace que las clases no sean monótonas» o «Totalmente. Yo pienso que trabajar de esta forma más dinámica crea motivación y participación y se aprendería más rápido y con más eficacia». Finalmente, hay que señalar que los comentarios menos positivos con respecto a este asunto fueron pocos y en la siguiente dirección: «Creo que lo de tener el móvil tanto tiempo en la mano sin moverlo es un problema» o «Los colegios y la universidad no tienen medios para usar tanta tecnología».

Por último, no podían faltar cuestiones relativas al «plan de formación» realizado con los estudiantes, y en este aspecto los comentarios fueron numerosos y tendieron a lo positivo: «Que dure más tiempo» o «Que lo den a los de los próximos años como parte del contenido de la asignatura». Por lo que se refiere a la metodología, igualmente encontramos valoraciones positivas: «Las actividades que hemos hecho nos han servido mucho para aprender» o «Las clases se hacían cortas porque eran muy divertidas». Y, por último, respecto a los materiales empleados, encontramos los siguientes comentarios: «Las presentaciones que utilizaste eran muy claras y los tutoriales también» o «Los tutoriales nos van a venir muy bien porque lo explican todo paso a paso». Si bien se criticó la infraestructura: «El problema es que la wifi de la universidad se cae y no podemos trabajar bien» o «Cuando la wifi falla no podemos seguir haciendo nada».

5.2.2. *Los diarios de los alumnos*

A continuación, pasaremos a presentar los datos obtenidos con el diario de los estudiantes, instrumento que, recordémoslo, fue cumplimentado por todos los estudiantes, una vez finalizada cada sesión, registrándose 1.368 aportaciones. Para su análisis seguiremos

el mismo procedimiento que en el caso anterior de las entrevistas grupales. En la tabla 15 se presentan las frecuencias y los porcentajes obtenidos en las categorías y en las subcategorías establecidas.

A nivel de categorías, destaca que la que más referencias aglutina es la relativa a las «aplicaciones para construir RA». En este caso, disponemos de un 35,4% (f = 613) de comentarios, seguidos por los realizados en cuanto al «plan de formación» (23,8%, f = 413). Con bastante diferencia, otros asuntos obtienen menos opiniones, como es el caso del «uso educativo» (14%, f = 242), las «posibilidades educativas» (12,1%, f = 210) o las «características de la RA» (11,2%, f = 194). Muy pocas son las referencias a los «conocimientos previos» (3,5%, f = 60).

Si analizamos los datos para cada subcategoría, es llamativo que un alto porcentaje de los comentarios estén relacionados con aspectos positivos sobre las «aplica-

ciones vistas en la experiencia» (19,4%, f = 336), así como con la «facilidad de su uso» (14,3%, f = 247), y los aspectos positivos respecto a las «posibilidades educativas» (9,2%, f = 160).

A continuación, pasaremos a presentar algunos comentarios realizados por los estudiantes que nos permitan comprender mejor los hallazgos alcanzados. Así, respecto a los «conocimientos previos», algunos comentarios significativos realizados por los estudiantes fueron los siguientes: «Me ha sorprendido porque no la conocía y no importa porque se puede aprender fácilmente» o «No estoy acostumbrada a utilizar las TIC y esta me ha gustado mucho».

En el caso de las «características de la RA» sobresalieron las referencias a la motivación, con aportaciones como las siguientes: «Es muy original y novedoso», «Es un recurso muy innovador» o «Lo que más me ha gustado ha sido que es algo innovador para mí».

Tabla 15. Porcentaje de las categorías y subcategorías obtenidas mediante el diario

Categorías	Subcategorías	Porcentaje subcategoría	Porcentaje categoría
Conocimientos previos	CP_TIC	1,2% (f = 20)	3,5% (f = 60)
	CP_RA	2,3% (f = 40)	
Características de la RA	INN	4,7% (f = 81)	11,2% (f = 194)
	DIV	6,5% (f = 113)	
Uso educativo	UE_alum	8,8% (f = 152)	14% (f = 242)
	UE_prof	5,2% (f = 90)	
Aplicaciones para construir RA	ApliPos	19,4% (f = 336)	35,4% (f = 613)
	ApliNeg	1,7% (f = 30)	
	ApliFac	14,3% (f = 247)	
Posibilidades educativas	PEdu_Pos	9,2% (f = 160)	12,1% (f = 210)
	PEdu_NEg	2,9% (f = 50)	
Plan de formación	PF_Dur	6,5% (f = 113)	23,8% (f = 413)
	PF_Met	8,8% (f = 153)	
	PF_Rec	8,5% (f = 147)	

Fuente: elaboración propia.

Aunque también destacaron las referencias al aspecto de diversión de la experiencia: «Es entretenida y tiene muchas posibilidades educativas» o «Es una forma divertida y muy actual para trabajar».

En cuanto a las referencias ofrecidas respecto al «uso educativo de la RA», las aportaciones encontradas en el diario reflejaban visiones totalmente positivas, como podemos observar en los siguientes comentarios: «Me entusiasma la posibilidad de incluirlo en mis prácticas habituales», «Innovación para utilizar en clase» o «Creo que nos puede servir para hacer nuestros trabajos en clase». De la misma forma, recogemos a continuación ejemplos muy claros sobre su intención a la hora de utilizar esta tecnología como futuros profesionales de la educación: «Le veo muchísimas aplicaciones en mi aula» o «Es una aplicación muy fácil de manejar y así la puedes utilizar en un futuro como docente y explicarles a tus alumnos conceptos que les cueste trabajo entender».

La categoría con un mayor número de aportaciones ha sido «aplicaciones para construir RA» y, en concreto, en dos de sus subcategorías. Una referida a los programas utilizados, con expresiones como las siguientes: «La principal ventaja de Augment es la posibilidad de compatibilizar la enseñanza con las TIC», «Me ha encantado lo que puedes hacer con la imagen y todo lo que puedes sacar de ella», «Aurasma es una aplicación muy fácil de manejar» o «Podíamos visualizar imágenes en tres dimensiones con tan solo colocar un dispositivo encima de un dibujo o un código». O las referencias a la facilidad de las aplicaciones: «Lo fácil que resulta hacer una propia con recursos gratuitos», «Lo fácil que resulta crear este tipo de recursos con lo difícil que parece» o «Es fácil de crear y utilizar».

Por lo que se refiere a las «posibilidades educativas de la RA», las valoraciones fueron bastante amplias, como podemos observar por los siguientes comentarios: «Facilita mucho la adquisición del aprendizaje», «Las aplicaciones en educación y su utilidad para llamar la atención», «Es una herramienta que nos permite mostrarle al alumnado contenidos que se plantean en el currículo de una manera más lúdica y motivadora para ellos» o «Su utilidad a la hora de servir como ayuda para cualquier unidad didáctica, ofreciendo al alumno nuevas herramientas que le creen mayor motivación».

Respecto a las valoraciones efectuadas al «plan de formación seguido», indicaron una verdadera aceptación

(positividad), como podemos extraer de los siguientes comentarios: «La clase se me ha hecho corta», «Estaría bien hacer más clases prácticas como esta» o «Me gusta tanto que me podría haber quedado toda la mañana». Valoraciones positivas que también alcanzaron, por una parte, a la metodología empleada: «Actividad muy atractiva», «La verdad es que sorprende y motiva a seguir aprendiendo sobre la RA» o «Lo que me ha gustado de esta clase es poder aprender cómo enseñar en clase los contenidos deseados de una forma llamativa y motivadora»; y, por otra, a los materiales y recursos empleados: «Me han gustado los vídeos de RA y las actividades de la aplicación Augment» o «Los ejemplos que hemos visto me han ayudado a entenderlo mejor».

Pero también hubo una serie de comentarios que se deben tener en cuenta para futuras experiencias. Así, por lo que se refiere al «uso educativo», algunos estudiantes realizaron los siguientes comentarios: «No sé si los profesores van a saber utilizarla si hago mis trabajos con RA», «No puedo proyectarlo a mis compañeros y, así, no podré usarla para clase» o «Hay que tener dispositivos caros y no creo que mis compañeros tengan y puedan ver bien las aplicaciones».

También aparecieron valoraciones negativas en lo referido a su uso como «futuros profesionales de la educación»: «Difícil de aplicar porque no creo que los centros tengan la tecnología necesaria, ya que es cara» o «En los colegios los niños no tienen móvil. Los colegios no creo que tengan *tablets* para todos y, aunque quiera, no creo que vaya a poder usarla». Incluso alguno intentó utilizarla en sus prácticas y tuvo dificultades: «Solo tenía mi *tablet* y es difícil con tantos niños».

Respecto a las «aplicaciones para construir RA», los inconvenientes apuntados fueron en las siguientes direcciones: «Mi móvil no tiene giroscopio y no he podido verlo como se deseaba. Debería ser más universal», «El inconveniente es que tienes que tener la tecnología para ello; por ejemplo, un móvil con giroscopio», «Quiver y Chromville solo aceptan los dibujos de su aplicación y no los de otras» o «Dependiendo del aparato que utilices, la *app* funciona mejor o peor».

Respecto a su «facilidad de uso», las limitaciones apuntadas fueron en las direcciones que señalan los comentarios que exponemos a continuación: «En ocasiones no enfoca bien y cuesta hacerlo», «Limita que solo se pueda utilizar con un dispositivo móvil o *tablet*»,

Para concluir los resultados obtenidos, en la tabla 16 se ofrecen las puntuaciones medias obtenidas a partir de las valoraciones respecto a la validez y la utilidad que los estudiantes les concedían a las herramientas empleadas en la experiencia para producir objetos en RA.

Como se observa, las herramientas Aurasma o Augment son las mejor valoradas. Y ello posiblemente se deba a la variedad de recursos digitales que se pueden implementar mediante el uso de las dos primeras, siendo más limitados con el resto.

Tabla 16. Valoración media de las herramientas utilizadas según el diario

	Media	Desviación estándar
Aurasma	8,54	0,89020
Augment	6,82	0,93684
Chromville	5,55	0,49812
Quiver	5,63	0,48133
Zookazam	5,09	0,51430

Fuente: elaboración propia.

6. CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

A la hora de presentar las conclusiones de nuestro trabajo, vamos a comenzar relacionándolos con los objetivos que formulamos. Y lo primero que hay que señalar es que la producción de objetos de RA por parte de los estudiantes ha despertado un verdadero interés, tanto en lo que se refiere al grado de aceptación como a la motivación para participar en la experiencia de producción de objetos de RA. Pero para facilitar su comprensión presentaremos las conclusiones relacionándolas con los diferentes objetivos formulados.

Por lo que se refiere al «grado de aceptación de motivación que la producción de objetos de aprendizaje en RA producía en los estudiantes», los resultados alcanzados tras aplicar el instrumento TAM a nuestros estudiantes nos indican que la RA, como tecnología para la creación de recursos educativos, es altamente aceptada por ellos. Hecho que también ha sido indicado por los estudiantes tanto en las entrevistas grupales como en los diarios realizados.

Así, podemos decir que los participantes entienden que el uso de la RA en la educación ejerce influencia positiva en cuanto a su proceso de aprendizaje y rendimiento académico. Este aspecto lo corroboran los comentarios registrados en las entrevistas y en el diario, donde manifiestan abiertamente y de forma rotunda que el uso de esta tecnología por parte de los docentes mejoraría su rendimiento. Algo que también ha sido confirmado en el diseño realizado para ver si

[...] la producción de objetos de RA por parte de los estudiantes ha despertado un verdadero interés

[...] los participantes entienden que el uso de la RA en la educación ejerce influencia positiva en cuanto a su proceso de aprendizaje y rendimiento académico

en el proceso de construcción del objeto adquirirían los contenidos temáticos de la asignatura.

La participación en la experiencia aumenta la percepción de disfrute en el estudiante, algo que se ha visto también confirmado en las entrevistas y en el diario cuando hacían referencia a lo divertido que les resultaba participar en la experiencia.

Por otra parte, el hecho de ser una tecnología en la que una de sus características más importantes es la necesidad de utilizar dispositivos móviles para su visionado, y el alto uso que los estudiantes hacen de estos, también ejerce un efecto motivador que facilita la aceptación de la experiencia por los estudiantes.

Otro factor de interés a la hora de valorar el grado de aceptación de la tecnología radica en el hecho de que, tras haber participado en una acción formativa donde los estudiantes han aprendido a utilizar diversas herramientas de creación, consideran que su uso es sencillo, destacando en sus comentarios la facilidad que han encontrado a la hora de utilizar las aplicaciones. Aspecto que ha sido indicado, además del instrumento del TAM, en la categoría de uso, en las entrevistas y en el diario.

Nos resulta igualmente destacable que el grado de satisfacción con respecto a la acción formativa afecta positivamente en cuanto a la percepción de disfrute de uso, percepción de facilidad de uso y utilidad percibida de la tecnología.

Por lo que se refiere a la motivación, debemos señalar que la RA es una tecnología que genera un alto grado de motivación entre los estudiantes y que, por lo tanto, puede ser de gran ayuda en los procesos de enseñanza-aprendizaje. No obstante, debemos señalar que los niveles de motivación han sido más elevados que los encontrados en otras experiencias (Cabero, Fernández y Marín, 2017) donde los estudiantes eran meros usuarios de objetos en RA.

Es importante señalar que en nuestro estudio se han encontrado relaciones directas entre el nivel de motivación y el grado de aceptación de esta tecnología por los estudiantes.

Respecto al objetivo destinado a analizar la posible «significación de la variable género en el grado de aceptación y en la motivación», los resultados han puesto claramente de manifiesto que no hay diferencias significativas en la aceptación de la tecnología según el género, ni en la percepción de disfrute, ni en la utilidad percibida, ni en la facilidad de uso. Tampoco se han encontrado diferencias significativas entre el género del estudiante y la motivación, atención, relevancia, satisfacción y confianza en relación con la tecnología.

Estos resultados nos demuestran, por una parte, la significación que ha tenido la experiencia en todos los estudiantes y, por otra, que la brecha digital de género está desapareciendo en nuestro entorno formativo.

Por lo que se refiere al «rendimiento», se ha podido demostrar que la producción de objetos de aprendizaje por los estudiantes favorece su adquisición. Posiblemente esto se deba al interés y a la motivación que la experiencia ha producido en los estudiantes.

En cuanto a la experiencia previa en el uso de las TIC, no existen diferencias significativas entre los usuarios que la tienen y los que no con respecto al grado de aceptación de la RA como tecnología. Podemos decir que tampoco existe relación entre tener experiencia previa y la facilidad de uso percibida y la utilidad percibida. Autores como González (2012) obtienen similares resultados en sus investigaciones, no existiendo diferencias significativas entre usuarios con experiencia previa y los que no. Sin embargo, sí que existen diferencias con respecto al disfrute de uso.

[...] la RA es una tecnología que genera un alto grado de motivación entre los estudiantes y [...] puede ser de gran ayuda en los procesos de enseñanza-aprendizaje

Tampoco la «experiencia previa en el uso de las TIC» se relaciona significativamente con la motivación y sus diferentes dimensiones y con el grado de aceptación de la tecnología. Ello pudiera deberse a la significación y al impacto cognitivo que ha demostrado tener la propia experiencia. Hecho que se confirma, pues esta variable sí ha tenido una relación significativa con el grado de satisfacción respecto a la acción formativa.

En relación a las «ventajas y a las limitaciones» que los estudiantes han percibido que la RA presenta para ser incorporada a la enseñanza, lo primero que debemos señalar es que las ventajas indicadas superan a las limitaciones, y en ellas podemos destacar las siguientes: el estudiante ejerce un papel activo en el proceso de enseñanza-aprendizaje, favorece el trabajo colaborativo, aumenta el nivel de motivación y el rendimiento de los estudiantes, facilita procesos complejos de comprender, es una tecnología divertida e innovadora, es fácil de utilizar, existen herramientas gratuitas con las que se puede trabajar, permite reutilizar información digital, es interactiva, es un buen complemento para el uso de metodologías constructivistas, permite simular escenarios de difícil acceso, permite representar objetos en formato tridimensional, permite que los estudiantes creen sus propios materiales utilizando las TIC y favorece el uso de los dispositivos móviles más allá del ocio y la integración de esta tecnología en el aula. Y por lo que se refiere a sus limitaciones o dificultades para su uso, se indicaron las siguientes: en algunos casos requiere del uso de tecnología costosa; la dificultad de generar los recursos digitales que se van a utilizar; la constante evolución de las aplicaciones, que, si bien podría contemplarse como un aspecto positivo, provoca que los estudiantes se enfrenten a continuos cambios cuando aún no han terminado de asimilar los actuales; requiere, generalmente, de conexión wifi y su funcionamiento no es muy bueno en algunas instituciones educativas; la actual falta de equipamiento técnico en los centros; la falta de investigaciones en contextos educativos; y la falta de formación entre el profesorado universitario en el uso de las TIC, en general, y en el caso de la RA.

Respecto a la «valoración de las herramientas utilizadas en la experiencia», los resultados obtenidos señalan con claridad diferentes aspectos. Por una parte, que las herramientas seleccionadas para que produjeran los objetos en RA han sido valoradas positivamente,

tanto por sus posibilidades como por su facilidad de manejo, y por otra, que de todas las aplicaciones utilizadas, Aurasma y Augment son las que mayor utilidad tienen para los estudiantes, con cierta diferencia sobre otras como Quiver o Chromville. La razón parece clara en función de los comentarios realizados en las entrevistas y en los diarios de los estudiantes, y es que las dos primeras ofrecen más posibilidades para el diseño propio y autónomo de contenidos que las demás.

Las apreciaciones de los participantes también se refieren a una mayor aceptación y mejor valoración de las aplicaciones con posibilidad de uso en cualquier etapa educativa sobre los que están diseñados para etapas específicas. Otro de los factores destacables que han influido en la valoración de Aurasma y Augment con respecto a las demás reside en el hecho de que ambas ofrecen la posibilidad de ser utilizadas y, por tanto, de diseñar objetos desde el ordenador, como una aplicación más, frente a otras que solo ofrecen la posibilidad de trabajar con ellas desde las *app* para dispositivos móviles.

Finalmente, la valoración positiva de todas ellas pudiera deberse al hecho de ser aplicaciones gratuitas o con licencias educativas, aunque algunas tengan también opciones más completas previo pago.

Cabe indicar que los estudiantes mostraron un alto nivel de satisfacción por la «acción formativa en la que han participado», destacando las valoraciones positivas realizadas sobre la satisfacción general, el papel del docente y la metodología, y, posteriormente, confirmadas no solo a través de las opiniones vertidas en las entrevistas, sino también a través del diario del estudiante, lo que aporta aún más valor, dado que la información expresada era de carácter anónimo.

Ello nos lleva a señalar la viabilidad de la acción formativa y, por tanto, su posible transferencia a otros contextos.

Por último, destacamos que como toda investigación presenta una serie de limitaciones que deben ser asumidas por los autores, y que posibilitan al mismo tiempo líneas futuras de investigación. Entre ellas podemos destacar las siguientes:

- Hemos ceñido exclusivamente al área de la educación y al nivel universitario, lo que nos sugiere la posibilidad de replicar la investigación en otras disciplinas curriculares, por ejemplo, en el área de

anatomía de medicina y en educación secundaria, bachillerato o formación profesional.

- La limitación de la constante evolución tecnológica y a nivel de *software* que hace que varíen las aplicaciones y sus potencialidades, lo que nos sugiere replicar el estudio con nuevas herramientas que están apareciendo en el mercado.
- La falta de recursos digitales gratuitos de calidad para poder ser implementados por los estudiantes. En este aspecto sería interesante la creación de un repositorio de objetos (clip de vídeos, animaciones

y objetos en 2D y 3D) para que pudieran ser utilizados por los estudiantes en la creación de objetos de aprendizaje específicos en RA.

- Únicamente hemos realizado la investigación sobre el rendimiento con dos únicos grupos, de ahí la necesidad de su replicación.

Finalmente, es importante indicar que nuestra experiencia cuenta con más valor si tenemos en cuenta el desconocimiento que los alumnos mostraron sobre la RA, su diseño y el *software* de producción.

7. BIBLIOGRAFÍA

Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., Graf, S. y Kinshuk (2014). Augmented reality trends in education: a systematic review of research and applications. *Educational Technology & Society*, 17(4), 133-149.

Barba, R., Yasaka, S. y Manosalvas, C. (2015). *Impacto de la realidad aumentada móvil en el proceso enseñanza-aprendizaje de estudiantes universitarios del área de medicina*. En AIDIPE (vol. 3, pp. 1.421-1.429). Cádiz: Bubok Publishing, SL.

Bicen, H. y Bal, E. (2016). Determination of student opinions in augmented reality. *World Journal on Educational Technology: Current Issues*, 8(3), 205-209.

Cabero, J. y Márquez, D. (Dirs.) (2001). Sierra Sur: una experiencia universitaria innovadora para el diseño y desarrollo de material multimedia. *Bordón*, 53(2), 185-200.

Cabero, J. y Barroso, J. (2016). The educational possibilities of augmented reality. *NAER. New Approaches in Educational Research*, 5(1), 44-50.

Cabero, J. y García, F. (Coords.) (2016). *Realidad aumentada*. Madrid: Síntesis.

Cabero, J., Fernández, B. y Marín, V. (2017). Dispositivos móviles y realidad aumentada en el aprendizaje del alumnado universitario. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 20(2), 167-185.

Cabero, J., Horra, I. de la y Sánchez, J. (2018). *La realidad aumentada como herramienta educativa. Aplicación a la educación infantil, primaria, secundaria y bachillerato*. Madrid: Paraninfo.

Cheng, K.-H. (2017). Reading an augmented reality book: an exploration of learners' cognitive load, motivation, and attitudes. *Australasian Journal of Educational Technology*, 33(4), 53-69.

Cheng, Y. y Yeh, H. (2009). From concepts of motivation to its application in instructional design: reconsidering motivation from an instructional design perspective. *British Journal of Educational Technology*, 40(4), 597-605.

Cheng, Y.-M., Lou, S.-J., Kuo, S.-H. y Shih, R.-C. (2013). Investigating elementary school students' technology acceptance by applying digital game-based learning to environmental education. *Australasian Journal of Educational Technology*, 29(1), 96-110.

Collins, K. M. T., Onwuegbuzie, A. J. y Sutton, I. L. (2006). A model incorporating the rationale and purpose for conducting mixed methods research in special education and beyond. *Learning Disabilities: A Contemporary Journal*, 4, 67-100.

Cózar, R., Moya, M.^a del V. de, Hernández, J. A. y Hernández, J. R. (2015). Tecnologías emergentes para la enseñanza de las ciencias sociales. Una experiencia con el uso de realidad aumentada en la formación inicial de maestros. *Digital Education Review*, 27, 138-153.

Creswell, J. W. (2009). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. London: Sage.

Davis, F. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319-340.

- Espósito, T., Muñoz-Castro, F. J., Herrera-Usagre, M. y Periañez-Vega, M. (2015). Fiabilidad y validez para un cuestionario de satisfacción con la formación continuada en salud: el cuestionario de satisfacción del discente. *Revista de la Fundación Educación Médica*, 18(3), 197-203.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill.
- Ho, L.-H., Hung, C.-L. y Chen, H.-C. (2013). Using theoretical models to examine the acceptance behavior of mobile phone messaging to enhance parent-teacher interaction. *Computers & Education*, 61, 105-114.
- Jamali, S., Shiratuddin, M. F., Wong, K. W. y Oskam, C. L. (2015). Utilising mobile-augmented reality for learning human anatomy. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 197, 659-668.
- Jeřábek, T., Rambousek, V. y Wildová, R. (2014). Specifics of visual perception of the augmented reality in the context of education. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 159, 598-604.
- Johnson, L. y Adams, J. (2016). *NMC Horizon Report: 2016 Higher Education Edition*. Austin, Texas: The New Media Consortium.
- Keller, J. M. (2010). *Motivational design for learning and performance*. New York: Springer.
- Kim, K., Hwang, J., Zo, H. y Lee, H. (2016). Understanding users' continuance intention toward smartphone augmented reality applications. *Information Development*, 32(2), 161-174.
- López-Bonilla, L. M. y López-Bonilla, J. M. (2011). Los modelos de adopción de tecnologías de la información desde el paradigma actitudinal. *Cuadernos EBAPE. BR*, 9(1), 177-197.
- Lorenzo, C., Alarcón de Amo, M.ª del C. y Gómez, M. Á. (2011). Adopción de redes sociales virtuales: ampliación del modelo de aceptación tecnológica integrando confianza y riesgo percibido. *Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa*, 14, 194-205.
- Lu, S. y Ying-Chieh, L. (2014). Integrating augmented reality technology to enhance children's learning in marine education. *Environmental Education Research*, 21(4), 525-541.
- Martínez, S. y Fernández, B. (2018). Objetos de realidad aumentada: percepciones del alumno de pedagogía. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 53, 207-220.
- McKernan, J. (2001). *Investigación-acción y currículum*. Madrid: Morata.
- Nielsen, B., Brandt, H. y Swensen, H. (2017). Augmented reality in science education-affordances for student learning. *NorDina*, 12(2), 157-174.
- O'Dwyer, L. y Bernauer, J. (2014). *Quantitative research for the qualitative researcher*. California: Sage.
- Radu, I. (2014). Augmented reality in education: a meta-review and cross-media analysis. *Personal and Ubiquitous Computing*, 18(6), 1-11.
- Santos, M. E. C., Lübke, A. in W., Taketomi, T., Yamamoto, G., Rodrigo, M.ª M. T., Sandor, C. y Kato, H. (2016). Augmented reality as multimedia: the case for situated vocabulary learning. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 11(4), 1- 23.
- Tarhini, A., Hone, K. y Liu, X. (2014). Measuring the moderating effect of gender and age on e-learning acceptance in England: a structural equation modeling approach for an extended technology acceptance model. *Journal Educational Computing Research*, 51(2), 163-184.
- Villalustre, L. y Moral, M. E. del (Coords.) (2016). *Experiencias interactivas con realidad aumentada en las aulas*. Barcelona: Octaedro.
- Wei, X., Weng, D., Liu, Y. y Wang, Y. (2015). Teaching based on augmented reality for a technical creative design course. *Computers & Education*, 81, 221-234.