



## Realidad Aumentada como recurso didáctico para el aprendizaje de Biología: un estudio exploratorio desde la percepción de los estudiantes universitarios

*Augmented reality as a didactic resource for learning Biology: an exploratory study from the perception of university students*

 José Miguel Romero-Saritama; [jmromero@utpl.edu.ec](mailto:jmromero@utpl.edu.ec)

Universidad Técnica Particular de Loja (Ecuador)

 Julio Cabero-Almenara [cabero@us.es](mailto:cabero@us.es)

 Óscar Gallego Pérez [ogallego@us.es](mailto:ogallego@us.es)

Universidad de Sevilla (España)

### Resumen

La pandemia generada por la Covid-19 nos ha dejado grandes desafíos educativos, sobre todo en el contexto de adopción de ciertas tecnologías por parte de los autores educativos para mejorar métodos de enseñanza clásicas. En este sentido, el objetivo del presente trabajo se fundamenta en analizar las posibilidades educativas de la Realidad Aumentada en la asignatura de Biología en la educación universitaria. Se realizó un estudio exploratorio no experimental de corte transversa donde, los estudiantes, luego de revisar y manipular diferentes objetos 3D incorporados en un aplicativo de Realidad Aumentada desarrollado por la Universidad Técnica Particular de Loja, valoraron el trabajo mediante un instrumento de escala tipo Likert. Los datos obtenidos se compararon con las variables sexo, edad y conocimientos previos de los participantes. Los resultados evidenciaron valoraciones altas positivas al uso del aplicativo, limitando diferencias significativas para dos elementos de las dimensiones empleadas, según la edad de los participantes. Este estudio nos permite indicar que el aplicativo de Realidad Aumentada usado, es una herramienta que puede potencializar, favorecer y motivar el aprendizaje de los estudiantes.

**Palabras clave:** Educación superior, Educación tecnológica, Objetos digitales, Recursos didácticos, Tecnologías emergentes.

### Abstract

*The pandemic generated by Covid-19 has presented significant educational challenges, particularly in the context of educational authors adopting certain technologies to improve traditional teaching methods. In this sense, the objective of this work is to analyze the educational possibilities of Augmented Reality in the Biology subject in higher education. An exploratory, non-experimental cross-sectional study was conducted in which students, after reviewing and manipulating different 3D objects incorporated into an Augmented Reality application developed by the Technical University of Loja, evaluated the work using a Likert-type scale instrument. The data obtained were compared with the variables of gender, age, and previous knowledge of the participants. The results showed positive high ratings for the use of the application, with significant differences limited to two elements of the dimensions used, according to the age of the participants. This study allows us to indicate that the Augmented Reality application used is a tool that can enhance, favor, and motivate student learning.*

**Keywords:** Higher education, Technological education, Digital objects, Didactic resources, Emergent technologies.



## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. La Realidad Aumentada como tecnología para el aprendizaje

Los conocidos Hyper Cycle elaborados anualmente por la empresa Gartner (<https://www.gartner.es/es/metodologias/hype-cycle>) para establecer de forma gráfica la madurez y adopción de diferentes tecnologías en nuestra sociedad, sugiere que toda tecnología en su incorporación pasa por diferentes fases desde el momento de su lanzamiento: pico de expectativas sobredimensionada, abismo de desilusión, rampa de consolidación y meseta de productividad. Que sugieren esos momentos en los cuales confiamos que la nueva tecnología aparecida en el mercado será la panacea que resolverá todos los problemas, hasta que nos damos cuenta de sus verdaderas posibilidades y en consecuencia asumimos sus verdaderas posibilidades educativas.

Y uno de estos casos es la realidad aumentada (RA), tecnología que desde que apareció en diferentes Informes Horizon (Johnson et al., 2016; Adams et al., 2017) o los Informes EduTrend publicados por el Tecnológico de Monterrey (Tecnológico de Monterrey, 2015; 2017), los cuales llamaban la atención sobre su rápida incorporación a la formación; hasta los momentos actuales se ha consolidado en el terreno, aumentándose considerablemente sus publicaciones y metaanálisis sobre las investigaciones sobre ella realizada que apuntaban sus posibilidades educativas, sus formas de diseño y aplicación, las variables que influían para su utilización y las posibilidades educativas que despierta (Tekederea y Göker, 2016; Fombona y Pascual, 2017; Ibáñez y Delgado-Kloos, 2018; Tezer, 2019; Roda-Segarra et al., 2022; Mokmin y Rassy, 2022; Montenegro-Rueda y Fernández-Cerero, 2022; Gopalan et al., 2023; Suprpto et al., 2023).

Ahora bien, ¿qué podemos entender por RA? Y una forma de conceptualizarla, es relacionarla con otras tecnologías como son la Realidad Virtual (RV) y la Realidad Mixta (RM). Y como señalan Cabero et al. (2022) entre ellas existe “una clara diferencia entre la realidad aumentada y virtual, ya que, en la segunda, los datos virtuales sustituyen a los físicos, creándose una nueva realidad. Por el contrario, en la realidad aumentada, las dos realidades se superponen en distintas capas de información en formatos diversos (imágenes generadas por ordenador, secuencias de vídeo, animaciones, etc.) para configurar una nueva realidad que es con la que interacciona la persona. De todas formas, no olvidemos que ambas «realidades» comparten algunas características comunes, como ya se ha señalado: la inmersión, la navegación y la interacción” (p.12). Siendo la Realidad Mixta una combinación de ambos formatos tecnológicos.

Pero posiblemente una clara diferenciación con la RV se encuentra en el trabajo efectuado por Rauschnabel et al. (2022), que se presenta en la tabla 1.

**Tabla 1**

*Diferencias entre la RA y RV (Rauschnabel et al., 2022).*

Característica	Realidad Aumentada	Realidad Virtual
Papel del entorno físico local	Se extiende/disminuye	Es remplazado
Marco de tiempo de uso (potencial)	Duradero	Temporalmente
Contexto de uso típico	En todas partes	En un área “segura” (p. ej., en casa) o en contextos específicos (p. ej., terapia, parques de atracciones, tiendas, etc.)
Tecnología	Dispositivos: Estacionarios, móviles, portátiles, en el cuerpo, proyectores. Técnicas de visualización: pantallas transparentes de video Pantallas transparentes ópticas. Proyección.	Dispositivos: Wearables (HMD), cuevas (relevancia práctica decreciente). Técnicas de visualización: pantallas de video, proyección.
Riesgos físicos	Colisiones o accidentes por distracción.	Colisiones o accidentes por desconexión con el mundo real.
Preocupaciones sobre la privacidad	El usuario y las personas que lo rodean.	El usuario
Mareo	Raramente aplicable	Importante
Mecanismo Específico	Presencia local	Telepresencia
Casos de uso típicos	Situaciones en las que las experiencias combinadas de contenido real y virtual son beneficiosas (p. ej., para comparar tamaños, p. ej., de muebles) y posibles (p. ej., el hogar para los muebles ya existe)	Situaciones donde el contexto físico o de la historia no existe (p. ej., un juego ficticio), no es accesible para un usuario (p. ej., la luna, el viaje en el tiempo) o donde el contexto físico real no es deseable (p. ej., en situaciones de entrenamiento que ser peligroso en el mundo real)

La significación que ha adquirido esta tecnología ha repercutido también en el aumento de sus investigaciones. Investigaciones que han puesto su significación para mejorar los métodos clásicos de enseñanza y favorece las prácticas educativas innovadoras (Flores-Basquiana et al., 2019; Kaliraj y Devi, 2022). Al mismo tiempo se debe señalar que durante la pandemia muchos de estos objetos fueron utilizado a diferentes niveles tanto dentro de la estrategia de enseñanza del “Flipped Classroom” (Campos-Mesa et al., 2022; Reyes Ruiz, 2022), b-learning (Pujiastuti y Haryadi, 2020) o en la modalidad de libros-apuntes enriquecidos con objetos de RA (Cheng, 2019; Chen et al., 2021).

De forma más concreta los estudios realizados han señalado que favorece y facilita la adquisición del rendimiento académico (Cabero, 2018; Sánchez-Sordo y Teodoro-Vite, 2022; Garzón y Acevedo, 2019; Elmira, 2022), que su utilización aumenta la motivación hacia los contenidos y actividades que deben realizar los estudiantes (Rivadulla y Rodríguez, 2020; Marrahí-Gómez y Belda-Medina, 2022), incorpora un alto grado de satisfacción en los

estudiantes cuando participan en experiencia de interacción con objetos de aprendizaje en RA (Higaldo-Cajo et al., 2021; Barroso y Palacios, 2022).

Su utilización se ha desarrollado en casi todas las disciplinas curriculares desde las del campo de ciencias de la salud, hasta las matemáticas. En el campo de las ciencias naturales y de la biología, que son en las cuales se desarrollan la experiencia que se presentará, su utilización cuenta con cierta tradición (Fracchia et al., 2015; Saidin et al., 2015; Villalustre et al., 2021).

Finalmente hay que señalar que cada vez se desarrollan más experiencias formativas donde los estudiantes se convierten en productores de objetos de aprendizaje en formato RA, lo que facilita pasar de consumidor de objeto en RA a proconsumidor de ellos (Cabero et al., 2018; Martínez., 2021).

## 2. MÉTODO

### 2.1. Enfoque de la investigación realizada

La investigación realizada se efectúa bajo la estructura de un diseño de corte transversal debido a que la recopilación de datos tuvo lugar en un momento determinado (León y Montero, 2002). También se refiere a un enfoque cuantitativo, exploratorio-descriptivo no experimental, de tipo *ex-post-facto* (Buendía et al., 1998), por tanto, en él mismo no manipulamos ningún tipo de variable independiente (Latorre et al., 2005).

### 2.2. Objetivos de la investigación.

El objetivo general de la presente investigación se declara en los siguientes términos: “Analizar la percepción que los estudiantes tienen sobre las posibilidades educativas del uso de la RA en la materia de Biología en la educación universitaria.”

Del citado objetivo general, se derivan los siguientes objetivos específicos:

- Examinar las posibilidades que la RA ofrece para ser utilizado en la enseñanza de la materia de Biología en un grado de educación superior.
- Identificar el grado de satisfacción que muestran los estudiantes cuando interaccionan con objetos de aprendizaje en formato RA en contextos formativos.
- Comprobar si existen diferencias significativas en las percepciones que tienen los estudiantes sobre el uso de la RA en contextos educativos en función de las variables sexo, edad y conocimientos previos sobre la RA.

### 2.3. Muestra de la investigación

La muestra utilizada en el presente estudio fue seleccionada mediante muestreo no probabilístico y de tipo intencional (Otzen y Manterola, 2017), por tanto, no se llevó a cabo ningún tipo de muestreo y participaron todos los 30 estudiantes inscritos durante el periodo formativo del año 2021. La experiencia se desarrolló en la asignatura de “Biología General”, perteneciente a la carrera de Biología de la Modalidad de estudios presenciales de la

Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL) de Ecuador. Resulta menester mencionar que, por situaciones de la pandemia generada por la COVID-19, la formación académica presencial de los estudiantes se trasladó a un entorno virtual y en él se utilizaron diferentes tipos de objetos digitales de aprendizaje como el utilizado en el presente trabajo.

Por lo que se refiere al sexo y a la edad de los participantes, en la tabla 2 se presentan los resultados alcanzados respecto a las citadas variables.

**Tabla 2**

*Características de las participantes en función de la variable sexo y edad.*

Ítems	Características
Sexo	37% hombres, 63% mujeres
Edad (años)	Media= 18, 5 años. Rango de edad 17 - 22 años

También a los estudiantes se les preguntó sobre la experiencia que tenían respecto a la RA, en la tabla 3, se presentan los resultados alcanzados.

**Tabla 3**

Conocimientos de los estudiantes sobre la RA.

Ítems	Características
Conocimiento previo sobre realidad aumentada.	50% SI, 50% NO
Conocimiento de aplicaciones o herramientas para realidad aumentada.	27% SI, 73% NO
Trabajo previo de algún docente con realidad aumentada en otras asignaturas.	10% SI, 90% No

## 2.4. El objeto en RA producido

El cambio repentino de la educación presencial a una virtual durante el confinamiento social a causa de la Covid-19, trajo consigo una serie de adaptaciones educativas que, en algunos de los casos fueron limitadas al tránsito apresurado de una enseñanza presencial a una virtual (López-Aguilar et al., 2022). En este sentido, los docentes buscaron herramientas digitales que les permita acompañar su proceso educativo en las clases en línea, sobre todo en asignaturas con componentes prácticos de campo o laboratorio, como es el caso la materia de Biología.

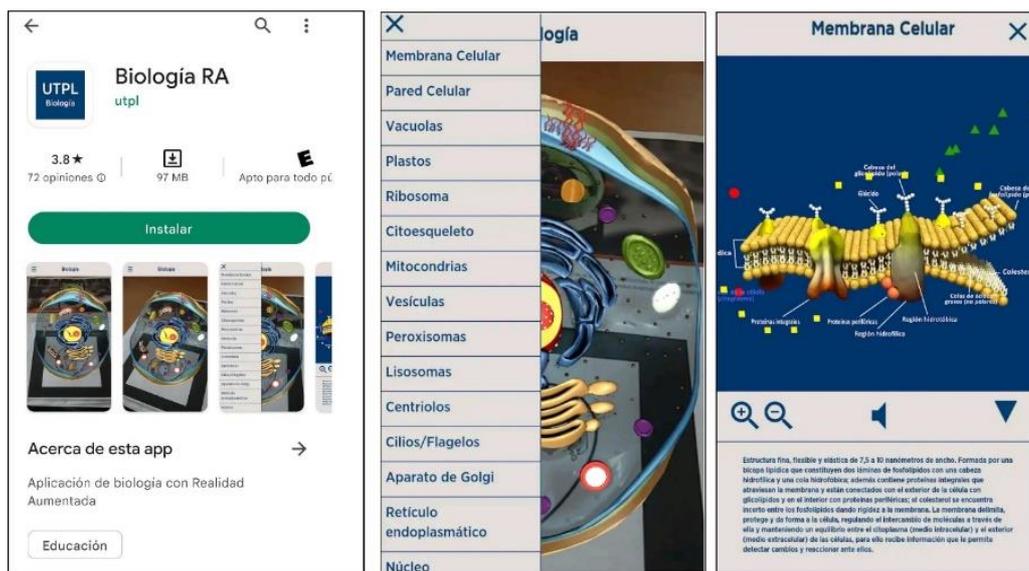
Desde esta perspectiva la “Dirección de Tecnologías para la Educación del Vicerrectorado de Modalidad a Distancia de la UTPL” se centra en la creación de diferentes objetos de aprendizaje para ser utilizados en la situación surgida, siendo uno de ellos el objeto de aprendizaje en formato RA denominado “Biología RA” para ser usado dentro de la materia de Biología General para abordar la estructura celular animal y vegetal (Samaniego-Franco et al., 2018), con el objetivo de que el estudiante incorpore nuevas tecnologías de aprendiza como es la realidad aumentada y experimente de una forma dinámica e interactiva los componentes celulares.

El objeto de aprendizaje se creó bajo tres componentes metodológicos: (1) diseño de la información, (2) diseño de la interacción, y (3) diseño de la presentación. Para la construcción del objeto de aprendizaje se utilizó el Unity (<https://unity.com/es>), y en su versión final el objeto “Biología RA” quedó constituido por 16 Objetos de Aprendizaje en 3D de las estructuras celulares, con un sistema abierto, gratuito, interactivo y offline. Para más detalle del desarrollo del aplicativo se puede revisar el trabajo de Samaniego-Franco et al. (2018).

Actualmente el objeto de aprendizaje “Biología RA”, está disponible para dispositivos Android en [el link \[https://play.google.com/store/apps/details?id=com.EdiamSistemas.BiologiaUTPL&hl=es\\\_EC&gl=US\]\(https://play.google.com/store/apps/details?id=com.EdiamSistemas.BiologiaUTPL&hl=es\_EC&gl=US\)](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.EdiamSistemas.BiologiaUTPL&hl=es_EC&gl=US) de la tienda de Google (Figura 1).

Figura 1

Imágenes del aplicativo Biología RA en Google Play y los recursos disponibles.



En el contexto educativo de la aplicación "Biología RA", es posible observar todas las estructuras celulares en 3D de animales y plantas. Los objetos se pueden manipular y controlar en cualquier dirección para que todas las estructuras se puedan resaltar en detalle. Además, los objetos de aprendizaje van acompañados de información escrita y de audio sobre la funcionalidad de los componentes de las células.

En cambio, dentro de la dinámica de aplicación de “Biología RA” en la clase, esta herramienta de realidad aumentada estuvo enmarcada dentro del tema de estudio “la organización de las células”, donde se hace referencia a la estructura celular de animales y plantas. Para iniciar con uso del aplicativo, el docente primeramente realizó una explicación general del tema y posteriormente se propuso como una actividad autónoma y de experimentación para el estudiante, la utilización del aplicativo. Para ello, se presentó los pasos metodológicos para la instalación de la aplicación en sus dispositivos móviles y se socializó de forma general el uso y manejo de la aplicación. Asimismo, se compartió con los estudiantes la guía de uso donde se detalla el proceso de instalación para los dispositivos Android y se menciona el manejo de las herramientas para la navegación en la aplicación (Figura 2).

Figura 2

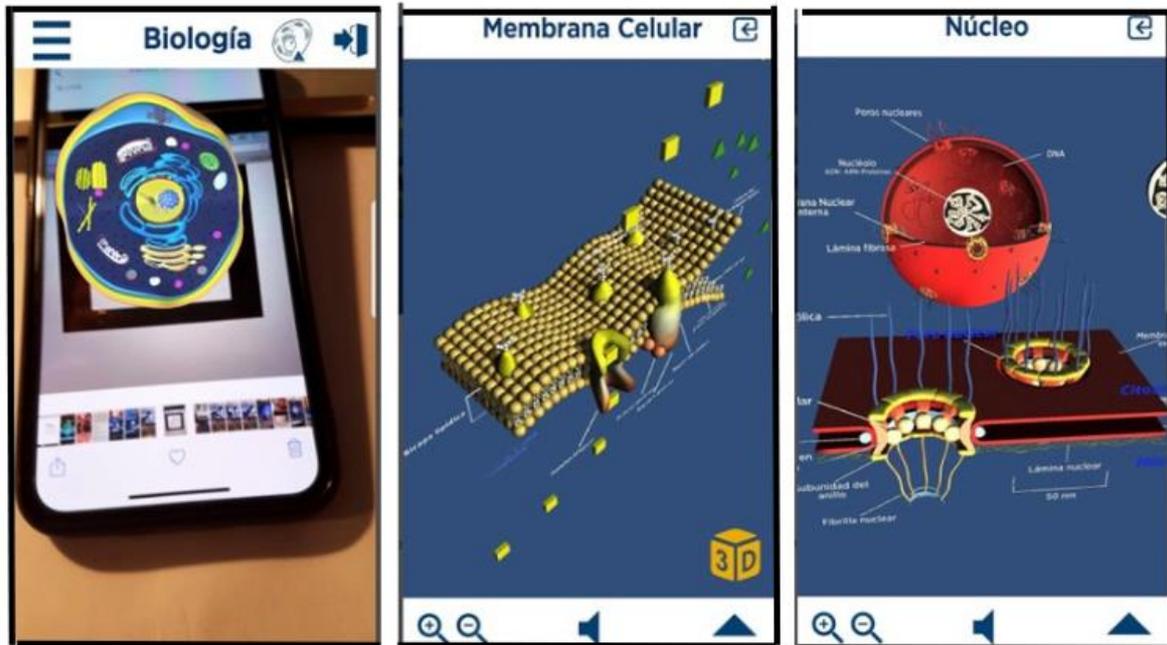
Captura de pantalla de la guía sobre el proceso de instalación de la aplicación.



Posteriormente, durante una semana los estudiantes revisaron y manipularon los entornos y objetos 3D de los componentes celulares disponibles en la aplicación (Figura 3). Luego, los estudiantes con base a los conocimientos adquirido usando la aplicación, se les solicitó realizar una clase expositiva de los componentes de la célula. Al final de la clase, para valorar la opinión de los participantes sobre el uso de la realidad aumentada, los estudiantes valoraron el trabajo mediante el instrumento que se presentará más adelante.

Figura 3

Imágenes del contenido y manejo del aplicativo Biología RA por parte de los estudiantes.



## 2.5. Instrumento de recogida de la información

Para la recogida de la información se utilizó una adaptación del instrumento elaborado George Reyes (2020) utilizadas para conocer la percepción estudiantil sobre la RA. El segundo apartado del instrumento estuvo constituido por 10 ítems integrados en cuatro componentes relacionados a; A) elementos del aplicativo (tres preguntas), B) Conocimiento adquirido (dos preguntas), C) Aspectos pedagógicos (dos preguntas) y D) Factores motivacionales (tres preguntas). La escala para la valoración de las respuestas para 10 preguntas fue tipo Likert de cinco grados (1. Totalmente en desacuerdo, 2 En desacuerdo, 3 No de acuerdo, ni en desacuerdo, 4, De acuerdo, 5 Totalmente de acuerdo). El índice de fiabilidad del instrumento, obtenido mediante la alfa de Cronbach, fue de 0.873.

Además de los diez ítems anteriormente citados, se incorporaron preguntas para recoger información respecto a la edad, sexo y conocimiento previos de los estudiantes sobre la RA. Al final se incorporaba una pregunta de respuesta abierta que se refería a que con una sola palabra describieran la experiencia que habían tenido en la interacción con el objeto de RA.

Como medio para análisis de confiabilidad media del instrumento se aplicó el Alfa de Cronbrach; coeficiente que fluctúa entre 0 y 1 (George y Mallery, 2003), obteniendo un valor de  $\alpha=0,858$ , considerado como un buen índice de fiabilidad interna del instrumento utilizado (Bisquerra, 2004).

El cuestionario se generó en la aplicación Google formularios, y su pedido de cumplimentación se la realizó de forma telemática mediante la plataforma educativa Canvas, usada por la UTPL para los procesos de enseñanza aprendizaje.

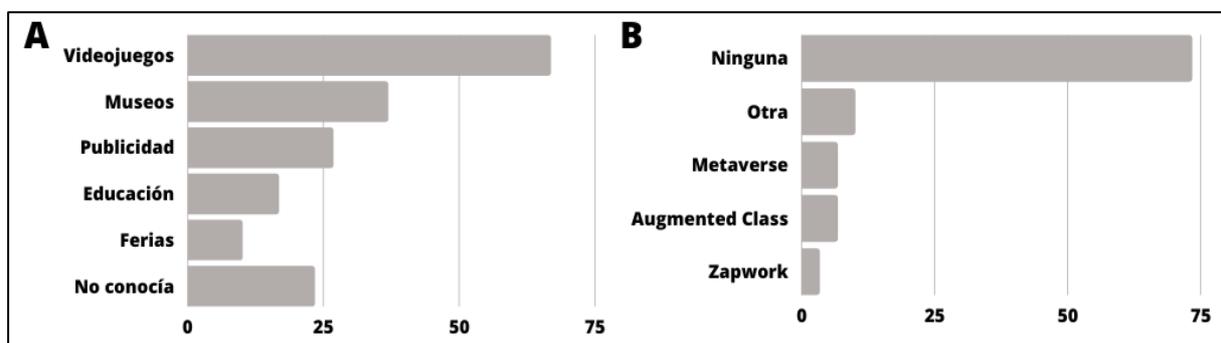
### 3. RESULTADOS

Para el análisis de datos se obtuvo primeramente los principales estadísticos descriptivos (media, desviación estándar) para cada una de las variables dependientes. Este tipo de pruebas permite realizar una organización, simplificando la información básica considerando un conjunto de datos (Hopkins et al., 1997). Posteriormente, aplicamos la prueba de Shapiro-Wilk para determinar la naturaleza de los datos, resultando una distribución no paramétrica ( $p < 0,005$ ). Ante esta situación, utilizamos la prueba de la U Mann-Whitney para determinar posibles diferencias los ítems evaluados con los conocimientos previos de los estudiantes y en función de las variables sexo y edad de los participantes.

Partiendo de los datos de la información previa obtenida sobre el conocimiento de la RA, el 50% los participantes mencionaron conocer de forma general algo sobre la RA. La misma que había sido utilizada en video jugos y en museos como los más importante, solo el 17% de los estudiantes manifestó el uso de la RA en educación y ferias tecnológicas (Figura 4A). Asimismo, pocos estudiantes identificaron algunas aplicaciones para trabajar en RA, la mayoría (73%) desconocía de las herramientas tecnológica para su uso (Figura 4B). A la consulta, si algún docente ha utilizado la RA aumentada previamente en clases, el 90% se manifestó negativamente.

Figura 4

Conocimientos previos sobre la RA. A) usos y B) Herramientas para la RA.



A continuación, se expresa la percepción estudiantil sobre el uso de la RA en la clase. En términos general se obtuvieron altas valoraciones positivas para todas las dimensiones e ítems evaluados, teniendo un promedio global de 4,53 sobre 5 puntos determinados, con una desviación estándar menor a 1. Siendo la dimensión “C. pedagógico” aquel que alcanzó mayor puntuación ( $M=4,80$ ), lo que muestra la utilidad de la RA como un recurso educativo innovador y didáctico para los estudiantes. En cambio, el componente relacionado a los “conocimientos técnicos adquiridos”, presentó una valoración menor (4,30), pero, a pesar de ello, sigue representando valor positivo. Las dimensiones “motivación” (4,57) y “aplicación RA” (4,48), se posicionaron en segundo y tercer lugar.

Si consideramos el análisis por reactivo, resulta interesante que 7 de los 10 contemplados muestran valores mayores a la media general. Siendo los mejor puntuados el P2A; relacionado a los elementos incorporados en el aplicativo, y P7C donde se denota que los

estudiantes consideraron a la RA como una herramienta didáctica para el aprendizaje. Los datos descriptivos para todos los reactivos se muestran en la tabla 4.

**Tabla 4**

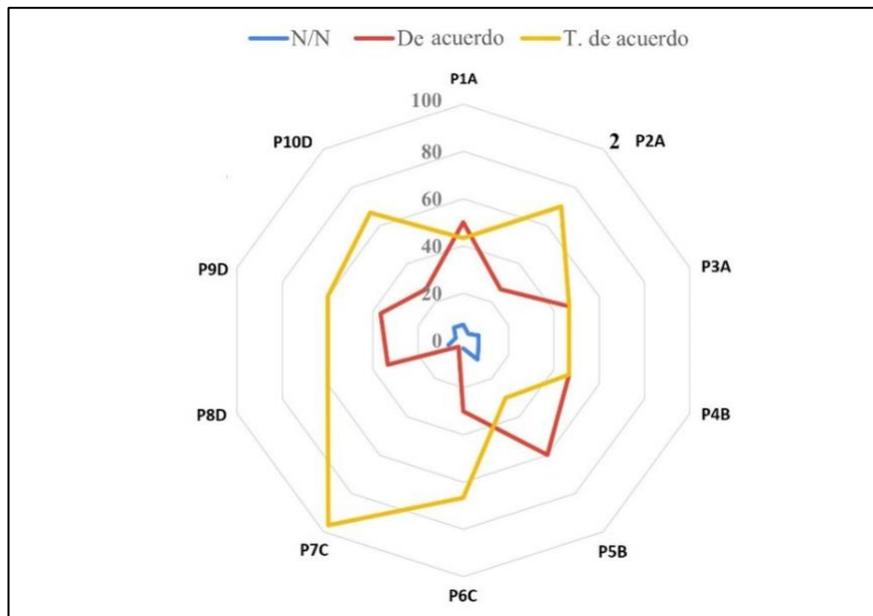
*Estadísticos descriptivos de los ítems evaluados.*

Componente	Ítems	Código	Media	Desviación estándar
<b>A. Aplicación RA</b>	Me resultó fácil utilizar la aplicación RA.	P1A	4,37	0,61
	Los elementos incorporados en la RA fueron llamativos.	P2A	4,67	0,55
	La información incorporada en la RA fue muy explicativa.	P3A	4,40	0,62
<b>B. Conocimientos</b>	Usar la RA mejoró mi comprensión de la estructura celular.	P4B	4,40	0,62
	Usar la RA mejoró mi comprensión sobre las funciones de los componentes celulares.	P5B	4,20	0,61
<b>C. Pedagógico</b>	La interacción con los contenidos creados RA me pareció un recurso educativo innovador.	P6C	4,63	0,56
	Considero que la RA como una herramienta didáctica para el aprendizaje.	P7C	4,97	0,18
<b>D. Motivación</b>	El uso de la Realidad Aumentada resulta una actividad divertida.	P8D	4,53	0,63
	Utilizar la RA, despertó mi interés en conocer más sobre este recurso.	P9D	4,57	0,57
	Recomendaría a los docentes utilizar la RA en sus clases.	P10D	4,60	0,62

En ninguno de reactivos se evidenció respuestas negativas, la mayoría de los estudiantes señalaron niveles altos de respuesta al estar “totalmente de acuerdo” con la mayoría de los reactivos planteados, siendo la pregunta P7C relacionada a la RA como una herramienta didáctica para el aprendizaje, el ítem donde la mayoría de los participantes (97%) estuvieron a favor (Figura 5). En cambio, la preguntas P1A y P5B referente al manejo de la aplicación y conocimientos sobre el tema en estudio respectivamente, mostraron una valoración menor, no obstante, las puntuaciones siempre fueron positivas.

**Figura 5**

Valores porcentuales para los 10 los ítems evaluados.



Los análisis estadísticos diferenciales mediante la U Mann-Whitney referidos al conocimiento previo sobre la RA, determinaron diferencias significativas ( $U=48,00$ .  $P < 0,037$ ) entre la P1A (Me resultó fácil utilizar la aplicación RA) con el “Conocimiento de aplicaciones o herramientas para realidad aumentada”.

En cambio, al comparar las valoraciones de los reactivos con las variables sexo y edad de los participantes, se pudo comprobar que, para la primera variable no se encontraron diferencias significativas en todos los casos, a diferencia de la edad, donde los estudiantes de 17 a 19 años valoraron mejor las preguntas P2A y P6C con un nivel de significancia menor al alfa establecido (0,05) (Tabla 5).

**Tabla 5**

Valores significativos ( $p < 0,05$ ) entre las variables edad y los reactivos.

Variable 1 (ítem)	Variable 2 (Edad)	Media	valor U	P valor
P2A. Los elementos incorporados en la RA fueron llamativos	17 a 19	4,791	107,50	0,023
	20 a 22	4,166		
P6C. La interacción con los contenidos creados RA me pareció un recurso educativo innovador.	17 a 19	4,792	119,50	0,003
	20 a 22	4,00		

Para el análisis de las respuestas ofrecidas por los estudiantes respecto a la pregunta abierta que se les formuló utilizamos la creación de una “nube de palabras” donde se pudieran reflejar las más significativas. Tras la realización de esta, se obtuvo la representación expuesta en la figura 6.

**Figura 6**

*Nube de palabras ante la respuesta ofrecida por los estudiantes a la descripción con una única palabra respecto a la experiencia que habían tenido en la interacción con el objeto de RA*



Como se puede observar tres son las palabras que destacan de las indicadas por los estudiantes y que sintetizan el interés que despertó la experiencia en los estudiantes.

Con el objeto de conocer si las variables edad y sexo, tenían alguna influencia en los resultados alcanzados se formularon las siguientes hipótesis:

H0 (hipótesis nula): No existen diferencias significativas en función del sexo y la edad de los estudiantes en las valoraciones realizadas respecto a la experiencia realizadas con el objeto de aprendizaje “Biología RA” con un riesgo alfa de equivocarnos del 0,05.

H1 (hipótesis alternativa): Si existen diferencias significativas en función del sexo y la edad de los estudiantes en las valoraciones realizadas respecto a la experiencia realizadas con el objeto de aprendizaje “Biología RA” con un riesgo alfa de equivocarnos del 0,05.

Para su contraste aplicamos la U de Mann-Whitney, obteniéndose un valor respecto a la edad de  $W = 88.5$ , con un valor de significación de 0,38, y en el caso de del sexo de  $W = 62.5$ , con un valor de significación de 0.06. En consecuencia, con los valores obtenidos, no podemos rechazar ninguna de las H0 formuladas a un nivel de significación  $p \leq 0,05$ .

No obstante, si encontramos algunas diferencias significativas al analizar en función de las diferentes dimensiones que configuraban el instrumento. Alcanzándose en este caso los siguientes valores:

Edad con el total del componente de “Aplicación RA”:  $W = 115$ , con un nivel de significación de 0.022 y en el caso de “Componente Pedagógico” de  $W = 117$ , con un valor de 0.005.

Realizadas las mismas pruebas para conocer si las variables “Conocimiento previo” y “Conocimiento de aplicaciones”, tampoco los valores alcanzados indicaban la existencia de diferencias significativas.

Respecto a la pregunta abierta, no fue tomada de alguna referencia, se la planteó como última inquietud para conocer en una sola palabra cual fue la experiencia final sobre el uso de la Realidad Aumentada. La pregunta tiene el código P11D en la base de datos. Al ser una pregunta de múltiples respuestas, en principio se pensaba en analizar la frecuencia de palabras que se repiten y generar una nube de palabras.

#### 4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Uno de nuestros primeros análisis se refiere al grado de fiabilidad alcanzado por el instrumento, que fue bastante alto y en consonancia con lo obtenido en su momento por su autor (George, 2020).

Los estudiantes mostraron altas y significativas valoraciones al haber participado en la experiencia de interacción con el objeto de aprendizaje producido para la enseñanza de contenidos de biología. Destacando las valoraciones que realizaron respecto a sus posibilidades pedagógicas, lo que se encuentra en consonancia con los resultados obtenidos por otros investigadores (Barroso et al., 2018; Barroso y Palacios, 2022; Cabero et al., 2022), y su capacidad para motivar a los estudiantes a trabajar con ellos y en consecuencia hacia los contenidos y actividades de aprendizaje, hecho que coincide con los resultados obtenidos en otros trabajos (Rivadulla-López y Rodríguez, 2020; Marrahí-Gómez y Belda-Medina, 2022). Estos resultados permiten indicar que es una herramienta potenciadora y favorecedora del aprendizaje en los estudiantes.

También en el estudio exploratorio se apunta que es todavía una experiencia no muy conocida por los estudiantes, y de un uso no muy cotidiano en las aulas. Ello se puede deber a dos aspectos fundamentales: la falta de objetos de aprendizaje basados en esta tecnología y a la capacitación del profesorado, tanto para su diseño como para su incorporación a la práctica educativa.

No se encontraron influencias significativas respecto al sexo ni la edad. En el primero de los casos es un hecho que suele ocurrir en la gran mayoría de estudios e investigaciones (Bressler y Bodzin, 2013; Barroso et al., 2016; Cabero et al., 2017), y en el segundo, la poca variabilidad entre la edad de los estudiantes posiblemente facilitó su no influencia.

Hay que señalar que los estudiantes valoraron como interesante, innovadora y divertida, el haber participado en la experiencia. Similares resultados fueron encontrados por Chaljub et al. (2022).

Finalmente, hay que indicar que hay una serie de limitaciones que indican la necesidad de replicar la investigación, posiblemente el hecho de que los estudiantes no tenían mucha familiaridad con la tecnología repercutió en que pudiera haber influido el “efecto novedad” que aumenta el interés de los estudiantes por participar en experiencias novedosas. Al mismo

tiempo se hace necesario replicar el presente estudio exploratorio y al mismo tiempo considerar la posibilidad de realizar entrevistas, grupales o individuales, con los estudiantes.

## 5. REFERENCIAS

- Adams, S., Cummins, M., Davis, A., Freeman, A., Hall Giesinger, C., y Ananthanarayanan, V. (2017). *NMC Horizonte Report: 2017 Higher Education Edition*. The New Media Consortium.
- Barroso, J., Cabero, J., y Gutiérrez, J.J. (2018). La producción de objetos de aprendizaje en realidad aumentada por estudiantes universitarios grado de aceptación de esta tecnología y motivación para su uso. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 23(79), 1261-1283.
- Barroso, J., Cabero, J., y Moreno, A.M. (2016). La utilización de objetos de aprendizaje en realidad aumentada en la enseñanza de la Medicina. *Innoeduca. International Journal of Technology and Educational Innovation*, 2(2), 77-83, DOI: <http://dx.doi.org/10.20548/innoeduca.2016.v2i2.1955>.
- Barroso, J., y Palacios, A. (2022). Ampliando el universo virtual del alumnado universitario. Uso educativo de la realidad aumentada y aportaciones del Proyecto Rafodiun. *Revista Tecnología, Ciencia Y Educación*, (23), 137–154. <https://doi.org/10.51302/tce.2022.874>
- Bressler, D.M. y Bodzin, A.M. (2013). A mixed methods assessment of students' flow experiences during a mobile augmented reality science game. *Journal of Computer Assisted Learning*, 29, 505-517.
- Bisquerra, R. (2004). *Metodología de la investigación educativa*. La Muralla.
- Buendía, L., Colás, P., y Hernández, F. (1998). *Métodos de investigación en psicopedagogía*. McGraw-Hill.
- Cabero, J. y Barroso, J., y Obrador, M. (2017). Realidad Aumentada aplicada a la Enseñanza de la medicina. *Educación médica*, 18(3), 203-208. <http://dx.doi.org/10.1016/j.edumed.2016.06.015>
- Cabero, J., Barroso, J., y Gallego, O. (2018). La producción de objetos de aprendizaje en realidad aumentada por los estudiantes. Los estudiantes como prosumidores de información. *Revista Tecnología, Ciencia Y Educación*, (11), 15–46. <https://doi.org/10.51302/tce.2018.221>
- Cabero, J., Llorente, C., y Martínez, R. (2022). The Use of Mixed, Augmented and Virtual Reality in History of Art Teaching: A Case Study. *Applied System Innovation*, 5(3), 44, <https://doi.org/10.3390/asi5030044>

- Cabero, J., Valencia, R., y Llorente, C. (2022). Ecosystem of emerging technologies: augmented, virtual and mixed reality. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 23, 7-22. <https://doi.org/10.51302/tce.2022.1148>
- Cabero, J., Vázquez, E. y López, E. (2018). Uso de la Realidad Aumentada como recurso didáctico en la Enseñanza Universitaria. *Formación Universitaria*, 11(1), 25-34, <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062018000100004>
- Campos-Mesa, M.C., Castañeda-Vázquez, C., Del Castillo-Andrés., y González-Campos, G. (2022). Augmented Reality and the Flipped Classroom—A Comparative Analysis of University Student Motivation in Semi-Presence-Based Education Due to COVID-19: A Pilot Study. *Sustainability*, 14, 2319. <https://doi.org/10.3390/su14042319>
- Chaljub, J., Peguero, J.R., y Mendoza, E. (2022). Aceptación tecnológica del uso de la realidad aumentada por estudiantes del nivel secundario: una mirada a una clase de Química. *Revista Tecnología, Ciencia Y Educación*, (23), 49–68. <https://doi.org/10.51302/tce.2022.864>
- Chen, J.-J., Hsu, Y., Wei, W., y Yang, C. (2021). Continuance Intention of Augmented Reality Textbooks in Basic Design Course. *Education Sciences*, 11, 1-16. <https://doi.org/10.3390/educsci11050208>
- Cheng, K-H. (2019). Parents' user experiences of augmented reality book reading: perceptions, expectations, and intentions. *Educational Technology Research and Development*, 67, 303–315, <https://doi.org/10.1007/s11423-018-9611-0>
- Elmira, O., Rauan, B., Dinara, B., y Prevalla Etemi, B. (2022). The Effect of Augmented Reality Technology on the Performance of University Students. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 17(19), 33–45. <https://doi.org/10.3991/ijet.v17i19.32179>
- Flores-Bascuñana, D., Pascual, D., Villena-Taranilla, R., y Yáñez, D. (2020). On Augmented Reality for the Learning of 3D-Geometric Contents: A Preliminary Exploratory Study with 6-Grade Primary Students. *Education Sciences*, 10(4), 1-9, <https://doi.org/10.3390/educsci10010004>
- Fombona, J., y Pascual, M.A. (2017). La producción científica sobre Realidad Aumentada, un análisis de la situación educativa desde la perspectiva SCOPUS. *Edmetec Revista de Educación Mediática y TIC*, 6(1), 39-61. <https://doi.org/10.21071/edmetec.v6i1.5807>
- Fracchia, C., Armiño, A., y Martins, A. (2015). Realidad aumentada aplicada a la enseñanza de Ciencias Naturales. *Revista Iberoamericana de Educación en Tecnología y Tecnología en Educación*, 16, 7-15.
- Garzón, J., y Acevedo, J. (2019). Meta-analysis of the impact of Augmented Reality on students' learning gains. *Educational Research Review*, 27, 244–260. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2019.04.001>.

- George Reyes, C. E. (2020). Percepción de estudiantes de bachillerato sobre el uso de Metaverse en experiencias de aprendizaje de realidad aumentada en matemáticas. *Pixel-Bit. Revista De Medios Y Educación*, 58, 143–159. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.74367>
- Gopalan, V., Bakar, J., y Zulkifli, A. (2023). Systematic literature review on critical success factors in implementing augmented reality for science learning environment (2006–2021). *Education and Information Technologies*, <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11613-y>
- Higaldo-Cajo, B., Hidalgo-Cajo, D., Montenegro-Chanalata, M., y Hidalgo-Cajo, I. (2021). Realidad aumentada como recurso de apoyo en el proceso enseñanza-aprendizaje. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 24(3), 43-55, DOI: <https://doi.org/10.6018/reifop.465451>
- Hopkins, K., Hopkins, B., y Glass, G. (1997). *Estadística Básica para las ciencias sociales y del comportamiento*. Prentice Hall.
- Ibáñez, M., y Delgado-Kloos, C. (2018). Augmented reality for STEM learning: A systematic review. *Computers & Education*, 123, 109–123, <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.05.002>
- Johnson, L., Adams Becker, S., Cummins, M., Estrada, V., Freeman, A., y Hall, C. (2016). *NMC Horizon Report: 2016 Higher Education Edition*. Austin. The New Media Consortium.
- Kaliraj, P., y Devi, T. (2022). *Innovating with Augmented Reality Applications in Education and Industry*. CRC Press, Boca Ratón.
- Latorre A., del Rincón, D., y Arnal, J. (2005). Bases metodológicas de la investigación educativa. Ediciones Experiencia.
- León, O., y Montero, I. (2002). *Métodos de investigación en Psicología y Educación*. Mcgraw-hill.
- López-Aguilar, D., Álvarez-Pérez, P.R., y Ravelo-González, Y. (2022). Capacidad de adaptabilidad e intención de abandono académico en estudiantes universitarios. *Revista de Investigación Educativa*, 40(1), 237-255. DOI: <http://dx.doi.org/10.6018/rie.463811>
- López-Cortés, F. J., Ravanal Moreno, E., Palma Rojas, C., y Merino Rubilar, C. (2021). Niveles de representación externa de estudiantes de Educación Secundaria acerca de la división celular mitótica: una experiencia con realidad aumentada. *Pixel-Bit. Revista De Medios Y Educación*, 62, 7–37. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.84491>
- Marrahí-Gómez, V. y Belda-Medina, S. (2022). The Application of Augmented Reality (AR) to Language Learning and its Impact on Student Motivation. *International Journal of Linguistics Studies*, 2(2), 07–14. <https://doi.org/10.32996/ijls.2022.2.2.2>

- Martínez, S., Fernández, B., y Barroso, J. (2021). La realidad aumentada como recurso para la formación en la educación superior. *Campus Virtuales*, 10(1), 9-19.
- Mokmin, N.A., y Rassy, R.P. (2022). Augmented Reality Technology for Learning Physical Education on Students with Learning Disabilities: A Systematic Literature Review. *International Journal of Special Education*, 37(1), 99-111. <https://doi.org/10.52291/ijse.2022.37.30>
- Montenegro-Rueda, M., y Fernández-Cerero, J. (2022). Realidad aumentada en la educación superior: posibilidades y desafíos. *Revista Tecnología, Ciencia Y Educación*, (23), 95–114. <https://doi.org/10.51302/tce.2022.858>
- Otzen, T., y Manterola, C. (2017). Técnicas de muestreo sobre una población a estudio. *International Journal of Morphology*, 35(1), 227-232. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>
- Pujiastuti, H., y Haryadi, R. (2020). The use of augmented reality blended learning for improving understanding of food security in universitas sultan ageng tirtayasa: a case study. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia* [http](http://www.jipia.org), 9(1), 59-69.
- Rauschnabel, Ph., Felix, R., Hinsch, Ch., Shahab, H., y Alt, F. (2022). What is XR? Towards a Framework for Augmented and Virtual Reality. *Computers in Human Behavior*, 133, 107289, 1-18, <https://doi.org/10.1016/j.chb.2022.107289>
- Reyes Ruiz, G. (2022). La realidad aumentada como una tecnología innovadora y eficiente para el aprendizaje de idiomas en un modelo pedagógico Flipped Learning. *Pixel-Bit. Revista De Medios Y Educación*, (65), 7–38. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.93478>
- Rivadulla-López, J.C., y Rodríguez, M. (2020). La incorporación de la realidad aumentada en las clases de ciencias. *Contextos Educativos*, 25, 237-255. <https://doi.org/10.18172/con.3865>
- Roda-Segarra, J., Mengual-Andrés, S., y Martínez-Roig, R. (2022). Using Virtual Reality in Education: a bibliometric analysis. *Campus Virtuales*, 11(1), 153-165. <https://doi.org/10.54988/cv.2022.1.1006>
- Saidin, N.F., Halim, N.D., y Yahaya, N. (2015). A review of research on augmented reality in education: Advantages and applications. *International Education Studies*, 13, 1–8. <https://doi.org/10.5539/ies.v8n13p1>
- Samaniego-Franco, J., Jara-Roa, D.I., Sarango-Lapo, C.P., Agila-Palacios, M.V., Guaman-Jaramillo, J.E., y Contreras-Mendieta, J.A. (2018). Case study: Methodology for the development of learning objects (OA) in 3D for applications of augmented reality (AR). *13th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*, Cáceres, Spain, 1-7, doi: 10.23919/CISTI.2018.8399145
- Sánchez-Sordo, J.M., y Teodoro-Vite, S. (2022). Development of an augmented reality environment for teaching operant conditioning in Psychology. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 23, 115-136. <https://doi.org/10.51302/tce.2022.862>

- Suprpto, N., Prahani, B.K., Deta, U.A., Rizki, I.A., y Bakri, F. (2023). Bibliometric analysis of peer-reviewed literature on augmented reality with an emphasis on education versus physics education. *World Journal on Educational Technology*, 15(1), 157-180. <https://doi.org/10.18844/wjet.v15i1.7500>
- Tecnológico de Monterrey (2015). *Reporte EduTrends. Radar de Innovación Educativa 2015*. Tecnológico de Monterrey.
- Tecnológico de Monterrey (2017). *Reporte EduTrends. Realidad Aumentada y virtual*. Tecnológico de Monterrey.
- Tekederea, H., y Göker, H. (2016). Examining the Effectiveness of Augmented Reality Applications in Education: A Meta-Analysis. *International journal of environmental & science education*, 11(16), 9469-9481.
- Tezer, M., Yıldız, E.P., Masalimova, A.R., Fatkhutdinova, A.M., Zheltukhina, M.R., y Khairullina, E.R. (2019). Trends of Augmented Reality Applications and Research throughout the World: Meta-Analysis of Theses, Articles and Papers between 2001-2019 Years. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 14(22), 154-174. <https://doi.org/10.3991/ijet.v14i22.11768>
- Villalustre, L., Del Moral, E., y Herrero, M. (2017). Aprendiendo y Enseñando Ciencias Naturales con Realidad Aumentada en aulas de Educación Infantil y Primaria. En J. Silva (coord.). *Investigación, innovación y tecnologías: la triada para transformar los procesos formativos* (pp. 233-241). Universidad de Santiago de Chile, Santiago de Chile.

#### Para citar este artículo:

Romero Saritama, J. M., Cabero Almenara, J., y Gallego Pérez, Óscar. (2023). Realidad Aumentada como recurso didáctico para el aprendizaje de Biología: un estudio exploratorio desde la percepción de los estudiantes universitarios. *EduTec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (84), 52-69. <https://doi.org/10.21556/edutec.2023.84.2867>