

## REALIDAD VIRTUAL COMO TÉCNICA DE ENSEÑANZA EN EDUCACIÓN SUPERIOR: PERSPECTIVA DEL USUARIO

### *User Experience Factors from a Virtual Reality Learning Activity in Higher Education*

Liliana LERMA GARCÍA, Dulce RIVAS PORRAS, Jaime Raúl ADAME GALLEGOS,  
Fernando LEDEZMA MILLÁN, Hector Alejandro LÓPEZ DE LA TORRE  
y César Eduardo ORTIZ PALOMINO

Recibido: 09/06/2020; Aceptado: 16/09/2020; Publicado: 30/12/2020

Ref. Bibl. LILIANA LERMA GARCÍA, DULCE RIVAS PORRAS, JAIME RAÚL ADAME GALLEGOS, FERNANDO LEDEZMA MILLÁN, HECTOR ALEJANDRO LÓPEZ DE LA TORRE y CÉSAR EDUARDO ORTIZ PALOMINO. Realidad virtual como técnica de enseñanza en Educación Superior: perspectiva del usuario. *Enseñanza & Teaching*, 38, 1-2020, 111-123.

RESUMEN: Con su abaratamiento, creciente popularización y diversidad de herramientas para su desarrollo y uso, las llamadas tecnologías inmersivas han demostrado su eficacia y potencial en el ámbito del aprendizaje mediado por tecnología. Existen, sin embargo, insuficientes esfuerzos encaminados a entender la manera en que los estudiantes se aproximan, perciben y evalúan desde el análisis de la experiencia de usuario esta categoría de aplicaciones tecnológicas. El presente estudio, realizado por el Laboratorio de Innovación en Experiencias de Aprendizaje y la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua, tiene por objetivo obtener elementos que ofrezcan nuevos indicios sobre las estrategias a seguir en la generación y aplicación de experiencias de aprendizaje mediadas por Realidad Virtual Inmersiva (RVI), en el ámbito de la educación superior, específicamente en el área de las ciencias de la vida. Para el presente estudio, integraron la muestra 32 estudiantes de nivel ingeniería, inscritos en el curso regular de patología en el programa «Químico Biólogo Parasitólogo», impartido en la Facultad de Ciencias

Químicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua. Se evaluaron factores relativos a la usabilidad y la experiencia del usuario; incluyendo atractividad, claridad, eficiencia, manejabilidad, estimulación e innovación. Para ello, se recurrió a la aplicación de un Cuestionario de Experiencia de Usuario (CEU), compuesto por 26 reactivos, divididos en las categorías mencionadas. El análisis de los resultados arroja un nivel positivo en la valoración de la experiencia de usuario y presenta elementos adicionales, potencialmente útiles para instituciones educativas que evalúan el uso de RV como entorno de soporte para sus procesos instruccionales.

*Palabras clave:* realidad virtual inmersiva; educación superior; experiencia de usuario; gamificación; aprendizaje; tecnología; educación.

**SUMMARY:** Immersive technologies have demonstrated their effectiveness and potential in the field of technology-mediated learning, thanks to the cheaper, growing popularization, and diversity of tools for their development and use. However, there are insufficient efforts aimed at understanding the way how students approach, perceive, and evaluate this category of technological applications from the analysis of user experience. The objective of this study is to obtain elements that offer new evidence on the strategies to follow in the generation and application of learning experiences mediated by Immersive Virtual Reality (IVR), in the field of higher education, specifically in the area of biological sciences. For the present study, the sample was composed of 32 Undergraduate-level students from 4th semester enrolled in a regular Pathology module from the Bacteriology-Parasitology Chemistry program, taught at the Faculty of Chemical Sciences of the Autonomous University of Chihuahua. Factors related to usability and user experience were evaluated, which included: attractiveness, clarity, efficiency, manageability, stimulation, and innovation. To do this, a User Experience Questionnaire (CEU) was applied, made up of 26 questions, divided into the aforementioned categories. The analysis of the results showed a positive level in the evaluation of the user experience. It also provided additional useful elements for universities and/or other educational institutes, that could consider including the use of the RV as a supportive environment for their instructional processes.

*Key words:* immersive virtual reality; IVR; higher education; user experience; gamification; learning; technology; education.

## 1. INTRODUCCIÓN

En años recientes el sistema educativo a nivel universitario ha centrado esfuerzos en la investigación sobre tecnologías que tienen como objetivo la generación de alternativas para coadyuvar en el desarrollo de los procesos de enseñanza-aprendizaje, en un contexto en el que las necesidades de la sociedad evolucionan de manera vertiginosa.

La educación no es ajena a este panorama de cambio, lo que conlleva el imperativo de formar profesionistas preparados no solo en su ámbito disciplinar, sino

en sus capacidades para adquirir nuevas habilidades consistentes con los nuevos paradigmas de la industria y la sociedad. Gradualmente, las nuevas tecnologías de información y comunicación constituyen los medios por excelencia para apoyar los sistemas presenciales, constituyendo un componente cada vez más indispensable y complementario (Sevillano y Vázquez-Cano, 2015); así, los esquemas tradicionales se enriquecen, ofreciendo a estudiantes y maestros nuevas formas de enseñar y aprender.

Es así como, de la mano de las nuevas herramientas tecnológicas, la educación se puede acercar a los alumnos a través de propuestas lúdicas en los distintos niveles y sistemas educativos actuales (Barroso y Gallego, 2016). Yu y Ortlieb (2009) afirman que los docentes son agentes de cambio y generadores de pensamiento crítico del alumnado, por lo que, al momento de planear los programas de estudio, se deben trascender pruebas estandarizadas y normativas, sustituyendo los conceptos memorísticos por enfoques que permitan al alumno convertirse en un pensador independiente, capaz tomar decisiones a través del ejercicio del razonamiento crítico, aportando así a la sociedad de manera más profunda y significativa.

En particular, la educación superior no ha logrado aprovechar plenamente el potencial de las tecnologías de información pues, en buena medida, los docentes limitan el uso de las plataformas digitales a compartir y reproducir contenidos, emulando procesos convencionales y desestimando la oportunidad de crear prácticas didácticas realmente innovadoras (Del Prete, Cabero y Halal, 2018).

## 2. RVI Y EDUCACIÓN

Las denominadas realidades mixtas, particularmente la RVI, constituyen un recurso tecnológico que, en una suerte de renacimiento, ha cobrado una nueva relevancia, generando interés en campos disciplinares como las ciencias de la salud y las ingenierías, entre otras. Entre los motivos que alientan su apogeo destacan su versatilidad y creciente acceso; lo que abre la posibilidad de aplicarla en la recreación de experiencias de aprendizaje compuestas por escenarios virtuales que permiten reproducir fenómenos microscópicos y macroscópicos, inaccesibles para las capacidades sensoriales de las personas.

Cruz, Morales y Ayala (2006) afirman que la RVI constituye una representación de objetos reales a través de medios electrónicos clasificada en dos tipos: RVI en entornos tridimensionales, en la cual los usuarios pueden interactuar a través de visores, guantes, lentes y otros instrumentos, y la realidad virtual no inmersiva, donde el usuario interactúa a través de dispositivos digitales convencionales como el teclado, un ratón y la pantalla del ordenador.

Castañares (2011) define la RVI como la digitalización de objetos que tiene como meta producir el mismo efecto que los objetos en una realidad física, mediante el aislamiento de los usuarios del entorno real por medio de un conjunto de dispositivos de *hardware* especializado; enviando estímulos producidos por las imágenes digitales, que el cerebro interpreta de manera comparable a la forma en

que se interpreta en la realidad, y generando a partir de ello un relativo aislamiento del usuario con respecto a su entorno real o tangible.

En el ámbito educativo, la RVI presenta nuevas oportunidades para aprender a través de un enfoque multimodal, basado en la interacción de los instrumentos digitales con la vista, el tacto y el oído (Pallavicini, Toniuzzi, Argenton, Aceti y Mantovani, 2015).

De manera similar, la RVI brinda la posibilidad de establecer nuevos esquemas de comunicación e interacción, desarrollando los procesos físicos y cognitivos de los individuos (Jofré, Rodríguez, Alvarado, Fernández y Guerrero, 2018). Tales características, exclusivas de esta tecnología, la convierten en un recurso con alto potencial en el desarrollo de la competencia digital, según mencionan Aznar-Díaz, Romero-Rodríguez y Rodríguez-García (2018).

### 3. PROYECTOS EDUCATIVOS CON RVI

El proyecto «Análisis visual de grandes conjuntos de datos (24/N037)», liderado por la Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, de Argentina, cuenta con tres líneas de investigación: 1. «Visualización de datos geológicos mediante realidad aumentada (RA) y dispositivos móviles en el trabajo de campo», en la que se asiste a ingenieros geólogos a través de realidad aumentada y dispositivos móviles, en tareas de campo que suelen realizarse en ambientes hostiles; 2. «Realidad Aumentada aplicada al turismo y educación», enfocadas en la generación de conciencia sobre la importancia de sitios turísticos en Bahía Blanca, Argentina, y, por último, 3. «Interacciones en realidad virtual y sus aplicaciones en la educación», enfocada en las interacciones entre el usuario final y el entorno virtual en el que se desarrolla, evaluadas bajo casos de aplicación y orientadas a la educación en distintas áreas.

En este caso, destaca la posibilidad de evaluar el impacto de las realidades mixtas en el campo del aprendizaje conceptual, donde el docente da seguimiento a sus alumnos y genera eventos e interacciones en el ambiente virtual de acuerdo a las necesidades de evaluación correspondientes al objeto de estudio. Los distintos tipos de interacciones que suceden entre el usuario y los entornos virtuales son evaluados a partir de casos de aplicación, conducidos por el docente a partir de un diseño instruccional construido por expertos en cada uno de los temas (Selzer, Gzscón, Trippel, Larrea, Castro y Bjerg, 2018).

En museos, espacios educativos considerados como no formales, existen aplicaciones de RVI enfocadas en la reconstrucción o recreación de sitios históricos, brindando al usuario un nivel de percepción casi real de presencia en el lugar que se está observando. El nivel de inmersión logrado es tal que el usuario «siente» que realmente se ubica en otro entorno, engañando así a los sentidos (Castilla, 2012).

Entre 2015 y 2017, el Instituto Federal de São Paulo, llevó a cabo en escuelas públicas de la región actividades con tecnologías como holografía y RV, enfocadas en la divulgación de conceptos y elementos relativos a nanotecnología y nanociencia. Los usuarios manipularon objetos tridimensionales como nanotubos y

alótropos con ayuda de lentes de RVI, guantes y sensores. La experiencia describe un gran interés por parte de los alumnos, generado por la posibilidad de manipular recreaciones de entornos microscópicos con ayuda de la tecnología de RVI (Ribeiro *et al.*, 2018).

«MEL Chemistry VR» es una aplicación en RVI que, a partir de la recreación de un laboratorio y en un enfoque de ludificación del aprendizaje, lleva al usuario a conocer los elementos químicos necesarios para crear compuestos, conocer las diferencias entre gases y sólidos y analizar las órbitas de los núcleos. Las lecciones tienen un duración de entre tres y cinco minutos y las actividades son configuradas por el docente, quien puede seguir el proceso a través de un módulo de registro de actividad; adicionalmente, la aplicación incluye un componente que permite lanzar una evaluación en formato de opción múltiple (MEL Science, 2015-2019).

«Realidad aumentada para aumentar la formación. Diseño, producción y evaluación de programas de realidad aumentada para la formación universitaria (Proyecto Rafodiun)» busca evaluar las posibilidades y ventajas que ofrece la realidad aumentada como medio formativo a nivel universitario, además de conocer el grado de motivación y satisfacción que esta genera en el estudiante (Barroso-Osuna, Cabero-Almenara y Valencia, 2018).

«Malaria Invasion» es una experiencia de aprendizaje desarrollada por el Centro de Desarrollo de Negocios y Programas de la Universidad de Drexel, que aplica con éxito enfoques de gamificación en el estudio de procesos y principios científicos (Universidad de Drexel, 2019).

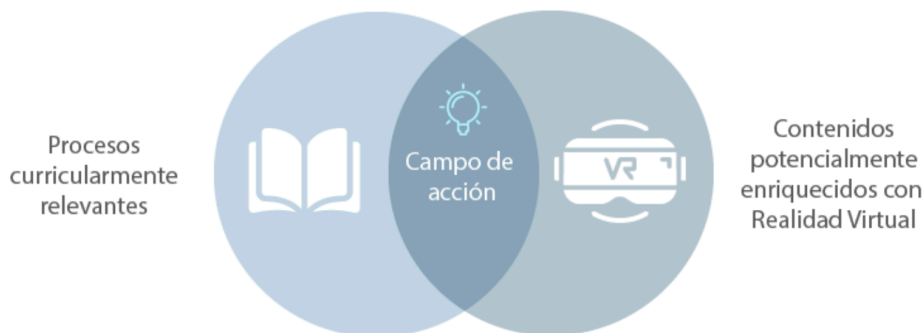
#### 4. RVI APLICADA A UNA CLASE DE PATOLOGÍA

Para el propósito de este estudio se establecieron cinco fases principales: 1. Diseño y desarrollo de material didáctico, 2. Desarrollo de aplicación, 3. Prueba piloto, 4. Intervención y 5. Valoración de la aplicación por parte de los usuarios.

##### 4.1. Fase 1. Diseño y desarrollo de material didáctico

Un equipo multidisciplinario, conformado por un líder de proyecto, un programador de videojuegos de realidad virtual, un especialista en pedagogía, un modelador de objetos 3D; y contando con la colaboración de investigadores del Cuerpo Académico Consolidado CA-UACH-131 «Microbiología en Salud y Ambiente», de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua, desarrollaron el material didáctico «Sistema del complemento con realidad virtual». Para la elección del tema se consideró la pertinencia con respecto al programa curricular (Figura 1). En este contexto, el sistema del complemento constituye un proceso relevante, estructurado y relativamente fácil de modelar y programar, en términos de la interacción entre sus elementos. La participación permanente de docentes a cargo de la materia contribuyó a un flujo ágil de las etapas de diseño, producción, pruebas y aplicación.

FIGURA 1  
Diagrama de selección de tema



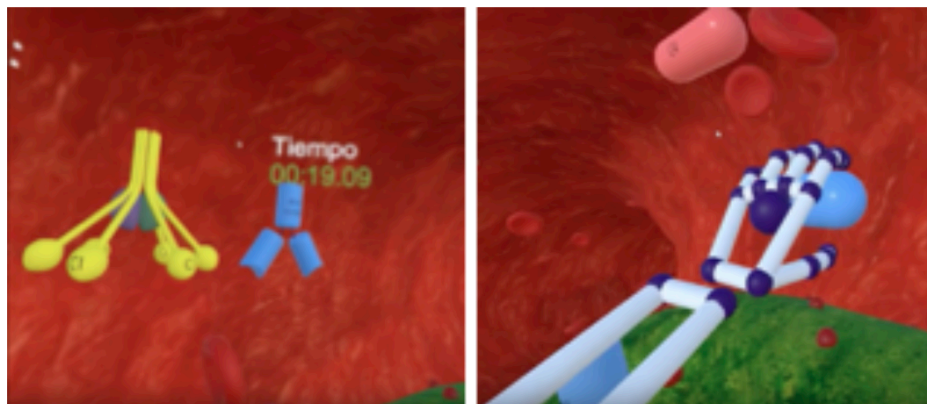
El sistema del complemento consiste en un proceso en el que es necesario elegir los elementos que representan el conjunto de moléculas plasmáticas, en el orden secuencial correcto para poder activar cualquiera de sus tres vías, las cuales son descritas más adelante. El sistema de complemento forma parte del proceso inflamatorio y es una pieza fundamental en la respuesta inmunológica no adaptativa. En conjunto con otros sistemas plasmáticos, interactúa con sistemas celulares de defensa mediados principalmente por fagocitos.

#### 4.2. Fase 2. Diseño y desarrollo de aplicación «Sistema del complemento con RVI»

Los objetos digitales fueron generados utilizando el software de modelado Autodesk Maya, en su versión 2014. El diseño de interacción, la integración de los elementos en el entorno digital y su compilación final para la plataforma Oculus Rift se llevaron a cabo en el motor Unity Engine, en versión 2018.3.6f1. El hardware utilizado durante la sesión consistió en un visor de realidad virtual Oculus Rift en la versión Cv1, equipado con un sensor Leap Motion para facilitar la captura del movimiento. El hardware de RVI se ejecutó desde una estación de trabajo equipada con procesador Intel Core i5 (3.20GHZ), 16 GB de memoria RAM, tarjeta de video NVIDIA GeForce GTX 970 y sistema operativo Windows, versión 10.

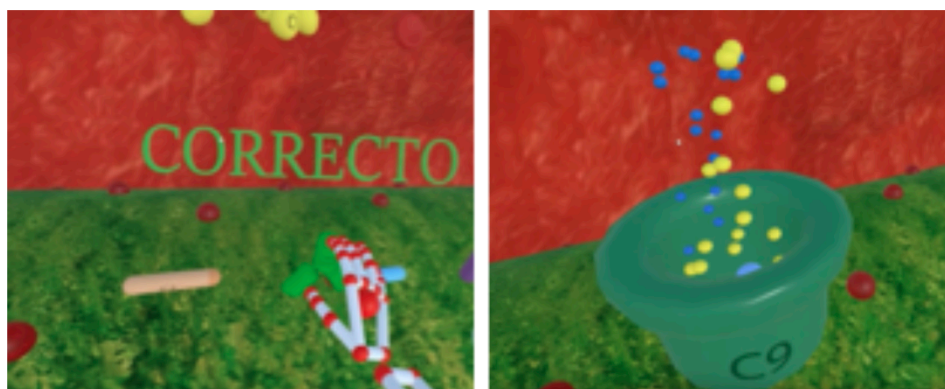
El entorno virtual recrea el torrente sanguíneo, complementado con estímulos auditivos alusivos al contexto. Una vez colocados los lentes de RV, el alumno ingresa al torrente sanguíneo, donde observa, reconoce y analiza los elementos que se encuentran a su alrededor, para proceder al armado correcto de la secuencia del sistema en una de tres posibles vías: clásica, alternativa o lectinas (Figura 2). La vía a construir puede elegirse por el usuario o presentarse de manera aleatoria.

FIGURA 2  
Entorno virtual del sistema del complemento



Al colocar cada componente, un mensaje confirma al usuario si su selección ha sido o no la correcta, con lo que obtiene una retroalimentación de manera instantánea. Al concluir el armado de la secuencia de manera correcta, la vía presenta en pantalla su activación final (Figura 3).

FIGURA 3  
Activación de la vía seleccionada



#### 4.3. Fase 3. Prueba piloto

El objetivo de esta prueba permitió evaluar la comprensión general de la actividad, la facilidad de manejo, la ubicación de los objetos 3D, así como impresiones generales; mediante un cuestionario compuesto por 18 reactivos (15 preguntas tipo

opción múltiple y 3 preguntas en formato abierto). La retroalimentación temprana por parte del docente y de los alumnos reveló oportunidades para optimizar significativamente la usabilidad de la aplicación. Un total de 25 alumnos participaron en esta fase.

Un 92 % de los participantes expresaron emoción por utilizar la aplicación y recordaron con facilidad las instrucciones brindadas por el equipo de tecnología; mientras que solo un 8 % expresó dificultad para recordar las explicaciones ofrecidas.

El 64 % de los participantes indicaron que una de las sensaciones que más prevalecen después de haber utilizado la aplicación es haber estado inmersos en un entorno completamente distinto al del salón de clases, además de tener un recuerdo visual completo de las imágenes de las proteínas y los elementos involucrados en el proceso de la activación. Al indagar sobre posibles distractores un 20 % de los participantes manifestó dificultad para manipular los objetos, afectando la calidad de la experiencia de usuario.

Los alumnos reconocieron la RVI como una herramienta valiosa para reforzar conocimientos previos; ello gracias a la observación directa, animada e interactiva de las distintas moléculas representadas por medio de objetos tridimensionales, validando la herramienta como auxiliar en la adquisición de conocimientos y desarrollo de habilidades.

La prueba piloto puso de relieve oportunidades de mejora que se concentraron en tres categorías principales: 1. Optimización de la manejabilidad de la aplicación; 2. Mejoras en el diseño de elementos visuales y auditivos; y 3. Mejoras en la planeación general de la intervención.

#### 4.4. Fase 4. Intervención

Una vez realizadas las correcciones y mejoras a la aplicación, la intervención se llevó a cabo durante el desarrollo del curso de patología de quinto semestre de la licenciatura en Químico Bacteriólogo Parasitólogo de la Universidad Autónoma de Chihuahua, durante el semestre comprendido entre los meses de agosto a diciembre de 2018 (2018-B).

Una vez concluida la etapa expositiva de los conceptos generales relativos al tema, el grupo de 32 estudiantes realizó una sesión individual con el dispositivo de RVI para probar la aplicación. En la sesión estuvieron presentes el docente, el alumno y dos elementos del equipo de diseño y desarrollo de la aplicación, quienes apoyaron a los usuarios en los aspectos técnicos de la experiencia. Al concluir, se solicitó a cada alumno que respondiera un cuestionario impreso. Las sesiones registraron una duración que osciló entre los 1:27 minutos como tiempo mínimo y 8:38 minutos como máximo; rango que, por su amplitud, parece corresponder con el nivel previo de dominio sobre el tema. El promedio de duración de la actividad fue de 4:01 minutos.



#### 4.5. Fase 5. Evaluación de la aplicación

##### 4.5.1. Instrumento de evaluación

Para identificar el nivel de satisfacción de usabilidad se utilizó el instrumento UEQ (User Experience Questionnaire) (Schrepp, 2013), instrumento disponible de manera gratuita para su descarga y aplicación. La herramienta consiste en una serie de hojas de cálculo, diseñada para facilitar mediante fórmulas automatizadas el análisis de los datos.

El instrumento permite evaluar aspectos específicos de la aplicación a través de escalas que van de valoración positiva a negativa, variando los adjetivos para evitar que el usuario note una tendencia. La columna central presenta una escala del 1 al 7 que permite parametrizar la percepción de la aplicación. Se evaluaron atractivo, claridad, eficiencia, manejabilidad, estimulación e innovación de la aplicación.

##### 4.5.2. Intervención

En la prueba de la versión final de la aplicación los alumnos utilizaron la aplicación de RVI como técnica de reforzamiento. La actividad consistió en la utilización de la aplicación para realizar dos acciones concretas: 1. Identificar la vía de activación del complemento según los elementos presentados y 2. Tomar y colocar correctamente los elementos que representan los componentes para estructurar la cadena de factores de manera correcta, de acuerdo a la vía previamente identificada (Figura 4).

FIGURA 4

Proceso de intervención para la evaluación de la aplicación en RVI



## 5. RESULTADOS

El cuestionario utilizado no pretende interpretar el significado de las escalas de manera global, por lo que no se buscó determinar un puntaje total de la aplicación, sino enfocar los aspectos evaluables de la aplicación mediante un rango de las escalas que va desde -3 (terriblemente malo) hasta +3 (excelente). Todas las dimensiones obtuvieron el nivel de excelente. Los datos indican que la dimensión *manejabilidad* se encuentra en el límite inferior, lo que revela la necesidad de

implementar mejoras. Las dimensiones *atractividad, estimulación e innovación* obtuvieron puntuaciones superiores al 2.5, consideradas como altas. *Eficiencia y claridad*, aunque muestran puntajes menores, se ubican aún dentro del rango superior.

FIGURA 5  
Resultados según *benchmark*

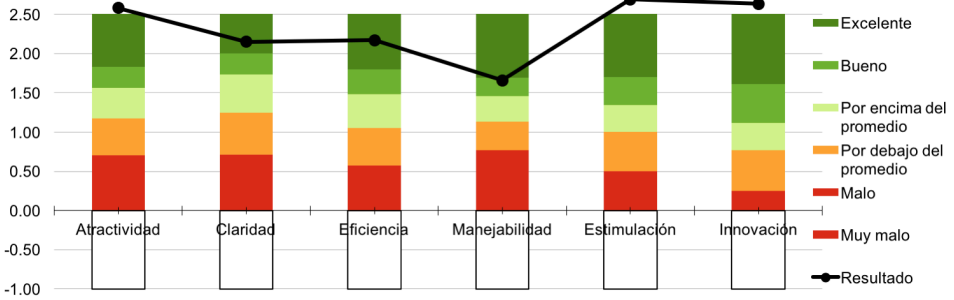
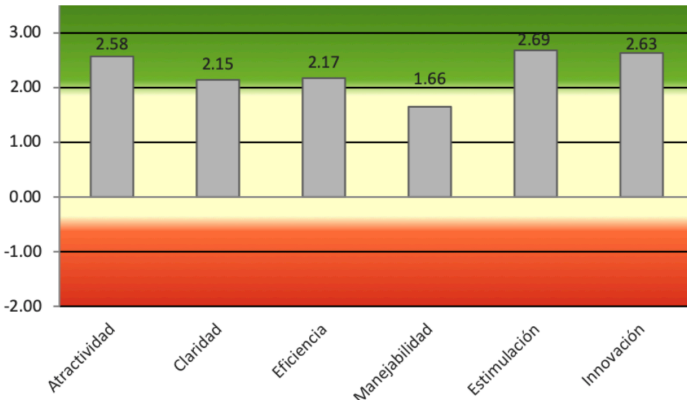


FIGURA 6  
Resultados por dimensión



En términos globales, la totalidad de los valores obtenidos demuestran aceptación y percepción positiva a partir del uso de la aplicación del sistema del complemento con RVI. Las dimensiones que describen aspectos de la calidad pragmática, es decir, claridad, eficiencia y manejabilidad, alcanzaron un promedio de 1.991 puntos. Las dimensiones calidad hedónica, es decir, estimulación e innovación, obtuvieron valores por encima de 2.5; la dimensión atractividad obtuvo 2.58 puntos.

El instrumento UEQ incluye una sección para determinar inconsistencias, tanto por usuario como por dimensión. El coeficiente de Alfa de Cronbach es una

medida indicar si todos los elementos de una escala miden un constructo similar. El coeficiente es calculado usando la fórmula:

$$\alpha = n * r / 1 + (n - 1) * r,$$

donde  $r$  es la correlación de los ítems en la escala y  $n$  es el número de ítems en una escala para cada una de las escalas del UEQ.

Un coeficiente de Alpha de Cronbach superior al 0.7 fue encontrado con excepción de las dimensiones de manejabilidad y eficiencia, lo que supone, según lo dicho por Rauschenberger, Schrepp, Cota, Olschner y Thomaschewski (2013), la posibilidad interpretar el ítem en un contexto erróneo. Una segunda posible causa es que la característica evaluada sea irrelevante; dado que la característica evaluada sí es relevante, se descarta y para efectos de esta investigación se teoriza que la primera causa mencionada es la que determinó tales valores de Alpha.

Tanto la información recabada con el UEQ como el cuestionario con preguntas abiertas permitieron corroborar que la aplicación es efectiva como técnica de reforzamiento, pues, una vez revisado el tema de manera teórica, resultó más sencillo para los alumnos comprender el entorno en el que se desarrolló la actividad, así como reforzar el conocimiento al poner en práctica la identificación y la correcta formulación de la secuencia de activación del sistema del complemento.

Se obtuvieron comentarios mayoritariamente positivos, incluyendo felicitaciones y sugerencias para promover este tipo de herramientas en otros contextos de la universidad, tales como «Nos dan un extraordinario apoyo para entender mejor los temas que nos imparten en clases» (identificador CA\_PP\_3) o «Aplicar esto a materias como patología que se basan mucho en teoría de esta manera sería más práctico» (identificador CA\_PP\_23).

Destaca también la solicitud de la implementación de esta tecnología como recurso permanente y accesible para todos los alumnos; con comentarios como «Creo que debería de haber esta tecnología para estudiar disponible para todos» (identificador CA\_PP\_5) y «sugiero implementarlo en algún lugar fijo para poder utilizarlo de una manera más accesible para todos los estudiantes» (identificador CA\_PP\_18).

A efecto de documentar la percepción del docente sobre la intervención realizada, se envió un instrumento elaborado en la plataforma Google Forms. El docente expresó que la implementación de la aplicación en realidad virtual como apoyo en las actividades académicas resultó positiva de manera general. Recalcó que, aun cuando la mayoría de los docentes no habían utilizado esta tecnología, se familiarizaron rápidamente con el uso de la misma. Respecto a la actitud demostrada por los alumnos, describió una actitud favorable y positiva, así como una inquietud generalizada de parte del alumnado por tener acceso a la aplicación; además, mostraron interés en que se implemente el recurso en otros temas relacionados con su formación académica y profesional.

Adicionalmente, comentó que el tema reforzado con la aplicación de RV amplió el panorama de los estudiantes respecto a las posibilidades que las tecnologías emergentes ofrecen para enriquecer los procesos de aprendizaje. Además,

resaltó que el acceso a la plataforma debe considerarse para implementarse de manera permanente en cada semestre, en apoyo a temas de patología e inmunología, así como en otras áreas vinculadas a las ciencias de la vida.

## 6. CONCLUSIONES

Este estudio permitió recabar evidencia preliminar del potencial de la RVI –y otras tecnologías similares– en el nivel de pregrado. Destaca también la importancia de considerar los fundamentos pedagógicos que favorecen la validación de su uso con fines académicos. Los hallazgos refuerzan la importancia de mantener un balance entre la tecnología, la pedagogía y los objetivos de aprendizaje.

Resulta evidente el papel de las aplicaciones de RVI como recursos complementarios de la formación en el aula y no como sustitutas de la experiencia derivada de la interacción directa entre el alumno y el docente.

Como continuidad a este esfuerzo, se buscará determinar el grado de impacto a nivel cognitivo, para intentar determinar la efectividad de la estrategia didáctica mediada por tecnología, utilizada como refuerzo del proceso tradicional.

Se presenta la necesidad de contar con pruebas debidamente validadas que proporcionen medidas previas y posteriores suficientemente confiables para evaluar en múltiples dimensiones la efectividad de la actividad.

De particular relevancia resultó el involucramiento temprano y decidido por parte del docente en los procesos de diseño y aplicación, en un marco de trabajo de colaboración constante con el equipo de desarrollo.

La RVI puede considerarse ya como herramienta tecnológica al servicio de la didáctica, por lo que debe procurarse a nivel institucional la disponibilidad de herramientas, así como el nivel adecuado de dominio en los procesos de diseño, desarrollo y aplicación.

La portabilidad, adaptabilidad, innovación y estimulación referidos por los usuarios validan la RVI y a otras tecnologías relacionadas como herramientas eficaces para facilitar métodos de enseñanza innovadores.

Alentamos a docentes e investigadores a realizar sus propias experiencias y complementar sus mediciones con la opinión abierta del estudiante, centro del proceso de transformación y motivador principal en la búsqueda de nuevas prácticas y mejores herramientas.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aznar-Díaz, I.; Romero-Rodríguez, J. y Rodríguez-García, A. (2018). La tecnología móvil de realidad virtual en educación: una revisión del estado de la literatura científica en España. *Edmetic: Revista de Educación Mediática y TIC*, 7(1), 256-274.
- Barroso, J. M. y Gallego, O. M. (2016). Producción de recursos de aprendizaje apoyados en realidad aumentada por parte de estudiantes de magisterio. *Edmetic: Revista de Educación Mediática y TIC*, 6(1), 23-38.

- REALIDAD VIRTUAL COMO TÉCNICA DE ENSEÑANZA EN EDUCACIÓN SUPERIOR: PERSPECTIVA DEL USUARIO
- Barroso-Osuna, J.; Cabero-Almenara, J. y Valencia, R. (2018). Uso educativo de la RA: experiencias en España y México. *Enseñanza & Teaching*, 36(2), 7-29.
- Castañares, W. (2011). Realidad virtual, mimesis y simulación. *CIC. Cuadernos de Información y Comunicación*, 16, 59-81.
- Castilla, P. (2012). Nuevas tecnologías expositivas: entornos museísticos. *Telos: Cuadernos de Comunicación e Innovación*, 90, 87-96.
- Cruz Morales, M. A.; Morales Cárdenas, A. y Ayala Ruiz, Á. (2006). Diseño de productos asistidos por realidad virtual inmersiva. *Ingeniería Mecánica. Tecnología y Desarrollo*, 2(3), 93-100.
- Del Prete, A.; Cabero-Almenara, J. y Halal, C. (2018). Motivos inhibidores del uso del Moodle en docentes de educación superior. Campus Virtuales. *Revista Científica Iberoamericana de Tecnología Educativa*, 7(2), 69-80.
- Jofré Pasinetti, N.; Rodríguez, G.; Alvarado, Y.; Fernández, J. y Guerrero, R. A. (2018). Realidad Virtual y Realidad Aumentada como medios para un lenguaje generativo multimodal. En *XX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación* (pp. 396-400). San Luis, Argentina.
- MEL Science. (2015-2019). <https://melscience.com/vr/>.
- Pallavicini, F.; Argenton, L. y Mantovani, F. (2015). Developing effective virtual reality training for military forces and emergency operators: from technology to human factors. En 14th (Ed.). *International Conference on Modeling and Applied Simulation*, MAS 2015 (pp. 206-210). Dime University of Genoa.
- Rauschenberger, M.; Schrepp, M.; Cota, M.; Olschner, S. y Thomaschewski, J. (2013). Efficient measurement of the user experience of interactive products – How to use the User Experience Questionnaire (UEQ). Example: Spanish Language Version. *International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence*, 2(1), 39-45.
- Ribeiro, A.; Godoy, G.; Belini, L. y De Souza-Philo, M. P. (2018). Holografía y realidad virtual en la enseñanza de la nanotecnología: nuevos horizontes dirigidos a educación secundaria. *Momento. Revista de Física*, 56, 34-45.
- Rubio, J.; Gertrúdx, M. y García, F. (2018). User Experience and Interaction Design in Creative Processes and Educational Sciences With Virtual and Augmented Reality Technologies. A Research With Quantitative and Qualitative Methods. *Enseñanza & Teaching: Revista Interuniversitaria de Didáctica*, 36(1), 63-79. <http://revistas.usal.es/index.php/0212-5374/article/view/et20183616379/19125>.
- Selzer, M.; Gascón, N.; Trippel, J.; Larrea, M.; Castro, S. y Bjerg, E. (2018). Tecnologías inmersivas aplicadas: realidad virtual y aumentada. En G. Dapozo y E. Irrazabal (Eds.). *XX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación-WICC 2018* (pp. 366-370). Corrientes, Argentina: Universidad Nacional del Nordeste. Facultad de Ciencias Exactas.
- Sevillano, M. y Vázquez-Cano, E. (2015). The impact of digital mobile devices in Higher Education. *Educational Technology & Society*, 18(1), 106-118.

