

# Transformando la educación superior mediante WebVR: Un caso de estudio.

Leonardo David Glasserman-Morales, Jessica Alejandra Ruiz-Ramírez, Francisco Javier Rocha Estrada

**Abstract:** The transformation of education through emerging technologies has been an imperative due to the pandemic of COVID-19, which has forced higher education institutions to propose strategies to provide better experiences for their students. The objective of this research was to identify the challenges and opportunities of using WebVR tools for the development of academic activities, with the intention of interpreting how these technological tools are combined with educational practices among teachers and students. The context was placed in an activity within a graduate course in online format, in a private non for-profit higher education institution in Mexico. A qualitative study was conducted with a case study design to account for the perception of the participants regarding the value of the user experience, the analysis of the integrated tools and the contribution of this WebVR tool to the development of competencies in educational practice. The results show that if the technical requirements and a basic level of appropriation of digital competencies are met, including this type of emerging technology will bring benefits to the educational practice, such as the development of transversal and disciplinary competencies, improvement of interaction and socialization of participants, as well as motivation by incorporating playful elements.

**Index Terms**— Virtual Reality, WebVR, Transforming education, Higher Education, Innovative Education.

## I. INTRODUCCIÓN

La transformación de la educación con el apoyo de tecnologías emergentes ha resultado necesaria en la etapa post COVID-19, en donde instituciones de educación superior han tenido que realizar cambios sus procesos habituales [1]. Por ello, reposicionar e innovar los enfoques pedagógicos es un requisito esencial para la enseñanza con tecnologías emergentes, los cambios pedagógicos necesarios no sólo están relacionados con los métodos de enseñanza adecuados, sino también con el reconocimiento del valor de la interacción humana entre docente y estudiante, mediante la conciencia de sus vivencias [2]. La edición de 2021 del Informe Horizon delineó un conjunto de tecnologías y prácticas emergentes que probablemente tendrán un alto impacto en la enseñanza y el aprendizaje futuros en la educación superior, entre las que destacan seis elementos: (1) Inteligencia Artificial (IA), (2) Modelos de cursos mixtos e híbridos, (3) Analítica del aprendizaje, (4) Microcredenciales, (5) Recursos Educativos Abiertos (REA) y (6) Aprendizaje en línea de calidad. [3].

L.D. Glasserman-Morales is with the School of Humanities and Education, Tecnológico de Monterrey, MTY 64849 MX; (ORCID: 0000-0001-7960-9537; e-mail: glasserman@tec.mx)

J.A. Ruiz-Ramírez is with the School of Humanities and Education, Tecnológico de Monterrey, Monterrey, MTY 64849 MX; (phone: 8117883425; ORCID: 0000-0003-2181-7645; e-mail: alejandra.ruiz.rz@gmail.com)

F.J. Rocha Estrada is with the School of Humanities and Education, Tecnológico de Monterrey, MTY 64849 MX; (ORCID: 0000-0001-5583-6559; e-mail: fcojvr25@gmail.com)

Particularmente, en los cursos con formatos de entrega híbridos resaltan los sistemas que implican la combinación de mundos reales y virtuales, los cuales han sido reconocidos como las tecnologías de realidad extendida (XR) compuestas por tecnologías de realidad aumentada (AR), realidad mixta (MR) y realidad virtual (VR) [4]. Cada una de estas tecnologías incluye una amplia gama de alternativas con diferentes características, aplicados en diferentes contextos educativos para apoyar la enseñanza y el aprendizaje en una variedad de dominios académicos [4]. En lo que refiere a la experimentación de la realidad aumentada (AR) se utilizan dispositivos como auriculares, gafas o un terminal (por ejemplo, un teléfono o una tableta) para tener una vista en vivo del mundo físico mientras se incorporan elementos como imágenes, vídeo, sonido o datos. La realidad aumentada se establece como una superposición de contenidos digitales sobre el mundo real. Respecto a la realidad mixta (MR), que también se denomina realidad híbrida o extendida, es cuando el mundo real y el virtual se fusionan y los objetos físicos y digitales coexisten e interactúan en tiempo real y la VR es una experiencia de inmersión con imágenes y sonidos similares a un mundo real o imaginario [5] [6].

Las características de la VR y las respuestas que suscita en los usuarios son especialmente valiosas en investigación porque los participantes pueden sumergirse de forma realista en entornos simulados, sintiéndose totalmente presentes en ellos [7]. Los atributos tecnológicos de la realidad virtual, como la velocidad de fotogramas o la resolución de la pantalla, determinan, por consiguiente, el grado de inmersión que experimenta el usuario [8]. Entre los beneficios adicionales se incluye el uso de escenarios más realistas, inmersivos e interactivos, mayores niveles de adaptabilidad en diferentes contextos, objetivos de investigación y estilos de aprendizaje, así como mayores niveles de inversión, compromiso y motivación [9]. Los avances en las tecnologías de inmersión, en términos de visualización e interacciones, han hecho que la VR sea cada vez más atractiva para los estudiosos [10]. Además, desde la razón del aprendizaje, incluyendo sistemas interactivos y multisensoriales, se cree que es posible promover el punto de psicología cognitiva y perceptiva a través de la educación [11]. Las tecnologías de VR ofrecen, por tanto, la oportunidad de alcanzar altos niveles de validez al tiempo que garantizan amplios niveles de control sobre las variables de interés, aunque sea una combinación poco frecuente en la investigación educativa [12].

En los últimos años, este escenario ha cambiado gracias al desarrollo e impulso de la VR basada en web, la cual permite a los usuarios acceder a esta experiencia de

simulación virtual a través de un navegador de Internet [13]. En el desarrollo de un nuevo concepto de producto combinando la VR y la web (WebVR), las diferentes ideas pueden probarse y evaluarse más rápidamente utilizando la tecnología web de lo que ocurriría de otro modo [14]. Además, las tecnologías y herramientas de WebVR se integran en los navegadores y permiten modelar objetos 3D sin necesidad de utilizar plataformas de hardware y software propias [15]. Así mismo, contienen diferentes enfoques multiplataforma que se centran en la accesibilidad y la compatibilidad con una amplia gama de dispositivos [16]. Sin embargo, la tecnología WebVR presenta las mismas áreas de oportunidad que la VR puesto que aún no se ha encontrado la mejor manera de utilizarla a fin de lograr su uso entre las comunidades académicas [17].

A pesar de ello, se piensa que el verdadero potencial de la VR no reside en una mejor enseñanza de los conocimientos declarativos, sino en ofrecer oportunidades de aprender haciendo, lo que suele ser muy difícil de aplicar en sesiones presenciales tradicionales [10]. A medida que aumenta el volumen y el rigor de la investigación sobre las tecnologías educativas, se presta mayor atención a los procesos psicológicos que subyacen a la enseñanza y el aprendizaje con estas herramientas [18]. Las características de las tecnologías diseñadas para promover un aprendizaje más eficaz suelen tener como objetivo el apoyo a los procesos psicológicos que se sabe son fundamentales para el aprendizaje y que han demostrado producir resultados académicos específicos [19]. La percepción básica es implícita y fundamental para todo el procesamiento cognitivo, pero los procesos perceptivos de los alumnos son especialmente relevantes en contextos de realidad virtual. Por esta razón, los alumnos deben ser capaces de gestionar sus respuestas fisiológicas y cognitivas mientras atienden a las características virtuales de su entorno para participar de forma productiva en el aprendizaje [20].

Una manera de facilitar la integración de nuevas tecnologías en los procesos de aprendizaje es conociendo las experiencias de los usuarios, puesto que ellos son los primeros en adoptar estas herramientas y conocer sus motivaciones y retos puede ayudar a lograr una mayor aceptación [21]. Al implementar tecnologías emergentes, las etapas iniciales cobran relevancia para conocer las percepciones de los usuarios, ya que permiten hacer ajustes que simplifiquen su utilización [22]. Además, una parte fundamental de evaluar la experiencia de los usuarios implica garantizar que cuenten con los dispositivos y las redes adecuadas antes de su uso, porque de lo contrario su validación será limitada y se tornará en una experiencia negativa [23].

Otro elemento clave para aprovechar al máximo las herramientas de realidad virtual corresponde al desarrollo de competencia digital, que hace referencia a la capacidad de utilizar recursos digitales para buscar, seleccionar, analizar y evaluar la información para comunicarse y desenvolverse en entornos virtuales [24]. Sin embargo, otras propuestas trascienden destrezas individuales destacando áreas como: la

alfabetización de información y datos; la comunicación y colaboración; la creación de contenidos digitales; la seguridad; y la solución de problemas [25]. Por lo tanto, la competencia digital va más allá de habilidades aisladas y representa un conjunto de elementos necesarios para interactuar con las tecnologías emergentes y es determinante en su adopción [26].

Este artículo se suma al debate sobre la mejor manera de integrar el uso de tecnologías basadas en WebVR en el ejercicio pedagógico entre docentes y estudiantes. En este punto, se sostiene que es importante comprender la relación entre la didáctica, el aprendizaje y la tecnología, porque las prácticas educativas se racionalizan sobre la base de principios y procesos de aprendizaje probados [27]. Esto supone un problema para los formadores a la hora de elaborar materiales profesionales adecuados y atender las necesidades de los profesores de forma que conecten los conocimientos pedagógicos con las tecnologías emergentes [2].

De esta forma, se plantea como objetivo principal de esta investigación identificar cuáles son los retos y oportunidades del uso de WebVR para el desarrollo de actividades académicas, con la intención de interpretar de qué manera esta herramienta tecnológica se combina con las prácticas educativas entre docentes y estudiantes de educación superior. Por lo tanto, se determina la pregunta principal que dirige esta investigación: ¿Cuáles son los retos y oportunidades que la WebVR demuestra en la interacción entre docentes y estudiantes en instituciones de educación superior?

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

Se siguió una metodología cualitativa con un enfoque en el estudio de caso, constituido por un hecho, un grupo, una institución, una organización, o un proceso social que es construido a partir de una determinada disrupción empírica y conceptual de la realidad social, y que conforma un tema o problema de investigación [28]. Las evidencias y análisis que argumentan este escrito responden al propósito de descubrir las relaciones establecidas a través de la interpretación directa y el análisis en profundidad de la metodología de desarrollo de la actividad académica a través de una plataforma de WebVR que asemeja un Campus Virtual [29], por lo que se pretende dar respuesta a los propósitos, descubriendo las relaciones naturales con significados relevantes del contexto educativo [30].

El contexto del estudio se situó en un evento el cual formó parte de la actividad de cierre de un curso de nivel posgrado en formato en línea, en una institución de educación superior privada en México. El objetivo de la actividad consistía en desarrollar una actividad colaborativa en el espacio llamado Conference Hall de la plataforma WebVR (llamada también Virtual Campus) (ver Figura 1) para desarrollar videos de corta duración, con la temática de credenciales alternativas y micro aprendizaje, en entornos formales, no formales y para toda la vida. La actividad se realizó durante una sesión sincrónica de 40 minutos a la que

asistieron alumnos y profesores del curso. En el entorno WebVR, cada participante, sea docente o estudiante, debió generar su propia identidad virtual (avatar) y atendió a una sesión de inducción previa a la sesión de clase donde se llevó a cabo el estudio.



Figura 1. Conference Hall del Virtual Campus.

El proceso de recolección de datos consideró el análisis de la experiencia de usuario tanto de los estudiantes (n=40) como de los docentes (n=4). Para ello, después de la finalización de la actividad académica se empleó el instrumento desarrollado para indagar la aceptación tecnológica del Virtual Campus. De igual manera, la sesión fue grabada y se registraron notas de los investigadores y observación directa, para poder triangular la información [31]. Cabe mencionar que en todo momento se guardó la confidencialidad de los participantes del estudio.

### III. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados que permiten comprender las características de la evaluación de la experiencia de los asistentes al Virtual Campus en cuanto a la facilidad de uso, la utilidad percibida y la intención de uso, así como su percepción de las herramientas disponibles, su aporte al desarrollo de competencias, las ventajas y las desventajas percibidas en el entorno de WebVR.

*Experiencia de usuario:* el primer factor analizado corresponde a la facilidad de uso percibida en donde se analizaron características de los procesos de: capacitación, instalación, preparación y adecuación de los requerimientos técnicos mínimos que son necesarios para la utilización del Virtual Campus entre los que se resaltan, la instalación del software, la personalización del avatar, la adaptación al uso de los comandos, entre otros. El segundo factor analizado corresponde a la utilidad percibida en donde se examinan las utilidades que generarían la participación en el campus virtual para fortalecer el proceso de enseñanza aprendizaje, así como las herramientas integradas que fueron útiles para desarrollar actividades de colaboración y trabajo en equipo. El tercer factor analizado fue la intención de uso de los participantes, al contemplarlo como un espacio de socialización y esparcimiento para realizar actividades de manera no presencial en escenarios futuros. En los resultados se reporta una experiencia del usuario altamente positiva dentro del Virtual Campus en cada una de las áreas evaluadas, con medias superiores a 3.5 (puntuación máxima 4). El elemento mejor valorado por los estudiantes fue la facilidad de uso, mientras que los docentes estimaron mejor tanto la facilidad de uso como la utilidad percibida (ver Tabla I).

TABLA I.  
ELEMENTOS DE LA EXPERIENCIA DE USUARIO EN ESTUDIANTES Y DOCENTES

| Factor             | Estudiantes | Docentes |
|--------------------|-------------|----------|
| Facilidad de uso   | 3.69        | 3.58     |
| Utilidad percibida | 3.61        | 3.58     |
| Intención de uso   | 3.54        | 3.54     |

*Herramientas disponibles en el entorno WebVR:* el segundo elemento considerado fue la percepción de los participantes respecto a las herramientas integradas al Virtual Campus, entre las más sobresalientes a utilizar en actividades académicas se encontraron: sticky notes (notas adhesivas), pantallas, mensajes de texto, comunicación vía voz e interacción con otros usuarios usando animaciones del avatar. Según los resultados, se identifica que los docentes destacaron principalmente la comunicación mediante el lenguaje corporal del avatar, con medias iguales a la puntuación máxima de 4. Mientras que los alumnos valoraron las herramientas de comunicación escrita como sticky notes, las pantallas y los mensajes de texto, con medias iguales a 3.5 (ver Tabla II). Además, se reconoce que ambos grupos de participantes evaluaron la comunicación vía voz como el elemento menos apreciado, en este punto la triangulación de la información a través de observación directa y notas de investigadores permitió reconocer que existieron problemas técnicos en la configuración del audio con algunos participantes en la sala que dificultaron el entendimiento de las indicaciones.

TABLA II.  
MEDIAS DE LA APRECIACIÓN DE HERRAMIENTAS DEL VIRTUAL CAMPUS POR ESTUDIANTES Y DOCENTES

| Herramienta                  | Estudiantes | Docentes |
|------------------------------|-------------|----------|
| Notas adhesivas              | 3.5         | 3.6      |
| Pantallas                    | 3.5         | 3.5      |
| Mensajes de texto            | 3.5         | 3.5      |
| Comunicación vía voz         | 3           | 3.3      |
| Lenguaje corporal del avatar | 3.3         | 4        |

*Aporte al desarrollo de competencias:* el instrumento utilizado permitió además identificar la percepción de los usuarios respecto al aporte de la interacción en el Virtual Campus en el desarrollo de competencias transversales y disciplinares, entre las que se encuentran los conocimientos propios de la actividad, además de otras competencias tales como: transformación digital, compromiso ético y ciudadano, emprendimiento innovador, autoconocimiento y gestión, inteligencia social, razonamiento para la complejidad y comunicación. En los resultados se identificó que tanto profesores como estudiantes consideraron que el desarrollo de actividades en el entorno del Virtual Campus podría contribuir al desarrollo de competencias disciplinares y transversales. Para este caso de estudio, las competencias

transversales que más se destacan para los estudiantes son el emprendimiento innovador, el razonamiento para la complejidad y la comunicación (media 3.52), mientras que para los docentes la competencia transversal mejor valorada fue la transformación digital (media 4.00). Con respecto al desarrollo de la competencia disciplinar, dominio de conocimiento en temas de micro aprendizaje y credenciales alternativas, los estudiantes indicaron una media de 3.33, mientras que los docentes 3.66 (ver Figura 2).

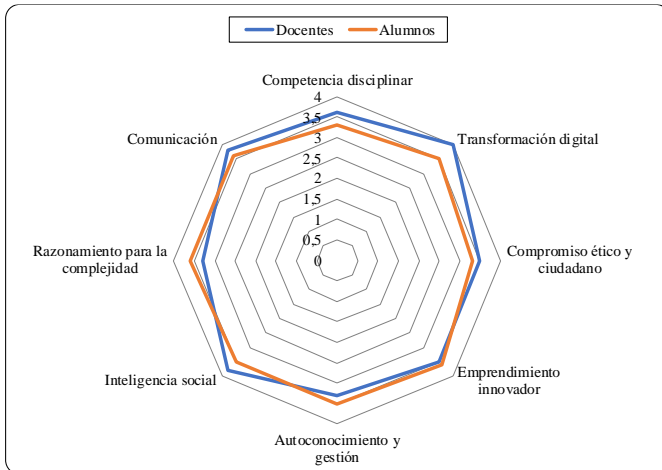


Figura 2. Evaluación de competencias

*Ventajas y desventajas percibidas en el entorno WebVR:* se recopilaron fragmentos de los comentarios de los participantes. Para conservar el anonimato se asignó un identificador genérico (idE# para los estudiantes y idP# para los profesores).

Como principales ventajas del uso se destacaron la interacción y la socialización:

*“La interactividad y la participación con compañeros con los que nunca he socializado en un espacio físico” [idE2]*

*“Es un espacio atractivo, dinámico, con herramientas disponibles para trabajar actividades interactivas con buenos resultados” [idP3]*

En lo que respecta a las principales desventajas, los participantes resaltaron los altos requisitos técnicos y la necesidad del desarrollo de una competencia digital:

*“El alto requerimiento técnico para su ejecución” [idP2]*

*“Computadora con mayores requerimientos, necesitas una mayor competencia tecnológica” [idP5]*

Finalmente, se le preguntó a todos los estudiantes y docentes si recomendarían a un colega o amigo a participar en las futuras actividades a desarrollar en el Virtual Campus, se encontró que el 100% de ellos aprobó dicha recomendación.

#### IV. DISCUSIÓN

Al implementar tecnologías emergentes es conveniente evaluar las experiencias de los usuarios para conocer su aceptación [21, 22]. Esta propuesta considera la intención de uso, así como la facilidad y utilidad de una herramienta WebVR. En el caso del Virtual Campus, se identificó que con respecto a la facilidad se obtuvieron puntajes entre 3.58-3.69, de 3.58-3.61 en relación con la utilidad percibida y 3.54 en intención de uso, donde 4 era el puntaje máximo. Para que exista la aceptación a una nueva tecnología es necesario que esta sea fácil de usar, útil y que los usuarios tengan la intención de continuar aprovechándola. De esta

forma y al menos para la muestra del estudio, incorporar una herramienta de WebVR para complementar una actividad de una clase de nivel posgrado en línea es una experiencia enriquecedora tanto para alumnos como docentes.

Los espacios de WebVR permitieron desarrollar competencias de tipo genéricas o transversales, sin embargo, estos hallazgos deben tomarse con cautela ya que están basados en las percepciones de un pequeño grupo de alumnos y docentes de posgrado en modalidad en línea. Mientras los profesores evaluaron la transformación digital como la principal competencia transversal que se podría desarrollar en este entorno (4.00), los estudiantes destacan el emprendimiento innovador, el razonamiento para la complejidad y la comunicación (3.66). La incorporación de la realidad virtual en la educación superior facilita la adquisición de habilidades y competencias relacionadas con la formación de los universitarios [10]. Por lo tanto, se confirma que las herramientas de WebVR podrían establecer un vínculo con el desarrollo de competencias en las condiciones adecuadas. Adicionalmente, el diseño de los espacios del entorno WebVR juega un papel crítico para fomentar experiencias que propicien el trabajo colaborativo. Los usuarios enfatizaron las interacciones y las oportunidades de socialización como las ventajas de participar en el Virtual Campus, a su vez, encontraron los requisitos técnicos y la competencia digital como sus principales limitantes. La realidad virtual aumenta la implicación de los participantes, así como su motivación [6], de igual forma, los estudiantes pueden interactuar con compañeros y profesores fomentando un ambiente óptimo para la socialización [10]. Por otra parte, los dispositivos y redes de internet continúan siendo una de las principales limitantes para participar en escenarios de realidad virtual [14, 23], así como la competencia digital [19, 26]. De esta forma, siempre y cuando se cuente con la infraestructura tecnológica y los conocimientos necesarios, incorporar herramientas de WebVR aportará notables beneficios a la práctica educativa de estudiantes y profesores.

Por su parte, la variedad de herramientas en entornos de tipo WebVR propician el desarrollo de actividades académicas más motivantes para los participantes. De acuerdo con lo reportado por docentes y alumnos, el lenguaje corporal del avatar fue la herramienta mejor evaluada al mismo tiempo que la comunicación por voz fue la peor. Incorporar diversas herramientas que permitan la interacción es relevante, puesto que de esa forma se crean oportunidades para cerrar la brecha entre profesores y alumnos, así como para desarrollar otras alternativas de aprendizaje [2]. De esta forma, más que incorporar una amplia cantidad de recursos sería conveniente incluir solamente los medios necesarios para evitar abrumar a los participantes de entornos como el Virtual Campus.

#### V. CONCLUSIONES

Para dar respuesta a la pregunta de investigación, se identifican como retos los requerimientos tecnológicos requeridos en los equipos de cómputo para utilizar el Virtual Campus, así como la necesidad de tener cierto nivel de



x, no. x pp. x-x,

dominio de la competencia digital de los participantes para desempeñarse correctamente. Por su parte, las oportunidades están en función de las experiencias de los usuarios, donde la facilidad, la utilidad y la intención de uso determinan la aceptación y continua utilización de ambientes como el Virtual Campus; la incorporación de herramientas comunicativas facilitan la interacción y socialización de los participantes que otros escenarios de aprendizaje en línea no incluyen; si bien este ejercicio refiere a las apreciaciones de los participantes, se reconoce que al integrar actividades académicas en entornos de WebVR se genera un potencial pedagógico para la planeación, análisis y desarrollo de competencias disciplinares y transversales aprovechando la motivación de los usuarios al incorporar tecnologías innovadoras. Por otra parte, aunque profesores y alumnos enfrentaron las limitantes de los requisitos técnicos y de conocimientos para utilizar la herramienta, ninguno de ellos expresó desventajas, inclusive, todos recomendarían a un colega participar en entornos de realidad virtual. Cabe mencionar que los resultados que se obtuvieron están delimitados por las condiciones del contexto, esto es, el curso donde se llevó a cabo la actividad, la temporalidad de exposición al entorno de WebVR, los profesores de apoyo en la sesión y el número de participantes. De igual manera, los resultados refieren a la experiencia del caso de estudio presentado, por lo que los mismos no pueden generalizarse. Futuras líneas de investigación podrían incorporar otras tecnologías emergentes similares a la WebVR, incrementar el número de participantes en el estudio, seleccionar otros enfoques o diseños metodológicos de tipo cuantitativos o mixtos, considerar otro tipo de experiencias de aprendizaje en el Virtual Campus.

#### REFERENCIAS

- [1] Y. K. Dwivedi et al., "Impact of COVID-19 pandemic on information management research and practice: Transforming education, work and life," *Int. J. Inf. Manage.*, vol. 55, no. July, p. 102211, 2020, doi: 10.1016/j.ijinfomgt.2020.102211.
- [2] H. D. Ngoc, L. H. Hoang, and V. X. Hung, "Transforming education with emerging technologies in higher education: A systematic literature review," *Int. J. High. Educ.*, vol. 9, no. 5, pp. 252–258, 2020, doi: 10.5430/ijhe.v9n5p252.
- [3] K. Pelletier et al., 2021 EDUCAUSE Horizon Report Teaching and Learning Edition. 2021.
- [4] S. A. Becker et al., "NMC horizon report: 2018 higher education edition," Louisville, CO Educ., 2018.
- [5] S. Mann, T. Furness, Y. Yuan, J. Iorio, and Z. Wang, "All reality: Virtual, augmented, mixed (x), mediated (x, y), and multimediated reality," *arXiv Prepr. arXiv1804.08386*, 2018.
- [6] L. Freina and M. Ott, "A literature review on immersive virtual reality in education: state of the art and perspectives," in *The international scientific conference elearning and software for education*, 2015, vol. 1, no. 133, pp. 10–1007.
- [7] M. A. Neroni, A. Oti, and N. Crilly, "Virtual Reality design-build-test games with physics simulation: opportunities for researching design cognition," *Int. J. Des. Creat. Innov.*, vol. 9, no. 3, pp. 1–35, 2021, doi: 10.1080/21650349.2021.1929500.
- [8] S. J. Bryan, A. Campbell, and E. Mangina, "Scenic Spheres - An AR/VR Educational Game," in 2018 IEEE Games, Entertainment, Media Conference (GEM), 2018, pp. 1–9, doi: 10.1109/GEM.2018.8516456.
- [9] P. Lankoski and S. Björk, "Game research methods: An overview," 2015.
- [10] J. Radiani, T. A. Majchrzak, J. Fromm, and I. Wohlgenannt, "A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda," *Comput. Educ.*, vol. 147, no. December 2019, 2020, doi: 10.1016/j.compedu.2019.103778.
- [11] K. Li and S. Wang, "Development and application of VR course resources based on embedded system in open education," *Microprocess. Microsyst.*, vol. 83, no. January, p. 103989, 2021, doi: 10.1016/j.micpro.2021.103989.
- [12] R. P. McMahan, D. A. Bowman, D. J. Zielinski, and R. B. Brady, "Evaluating Display Fidelity and Interaction Fidelity in a Virtual Reality Game," *IEEE Trans. Vis. Comput. Graph.*, vol. 18, no. 4, pp. 626–633, 2012, doi: 10.1109/TVCG.2012.43.
- [13] J. Videva, E. Marchiori, and U. S. I. Università, "Assessing usability and user experience of immersive web VR platforms for tourism destinations," vol. 17, no. 2, pp. 253–260, 2019.
- [14] T. Monahan, G. McArdle, and M. Bertolotto, "Virtual reality for collaborative e-learning," *Comput. Educ.*, vol. 50, no. 4, pp. 1339–1353, 2008, doi: 10.1016/j.compedu.2006.12.008.
- [15] D. V. Vorobyeva and A. D. Leukhin, "Vr & Web Gui Shell: Interactive Web-System For Virtual Reality," *Rev. Publicando*, vol. 13, no. 4, pp. 542–554, 2017.
- [16] M. E. Universit and M. G. E-mail, "WEB BASED VIRTUAL REALITY Stig Ottosson & Lars Holmdahl," vol. 17, no. 5, pp. 1–10, 2006.
- [17] R. Horst and R. Dörner, "Opportunities for Virtual and Mixed Reality Knowledge Demonstration," *Adjun. Proc. - 2018 IEEE Int. Symp. Mix. Augment. Reality, ISMAR-Adjunct 2018*, no. October, pp. 381–385, 2018, doi: 10.1109/ISMAR-Adjunct.2018.00110.
- [18] M. L. Bernacki, H. Crompton, and J. A. Greene, "Towards convergence of mobile and psychological theories of learning," *Contemp. Educ. Psychol.*, vol. 60, p. 101828, 2020.
- [19] J. Sweller, "Cognitive load theory and educational technology," *Educ. Technol. Res. Dev.*, vol. 68, no. 1, pp. 1–16, 2020, doi: 10.1007/s11423-019-09701-3.
- [20] H. F. Al Janabi et al., "Effectiveness of the HoloLens mixed-reality headset in minimally invasive surgery: a simulation-based feasibility study," *Surg. Endosc.*, vol. 34, no. 3, pp. 1143–1149, 2020.
- [21] L. I. González-Pérez, M. S. Ramírez-Montoya and F. J. García-Peñalvo, "User experience in institutional repositories: A systematic literature review," *Digital Libraries and Institutional Repositories: Breakthroughs in Research and Practice*, vol. 9, no. 1, pp. 4236–440, 2020, doi: 10.4018/978-1-7998-2463-3.ch026.
- [22] F. J. García-Peñalvo et al., "Application of Artificial Intelligence Algorithms Within the Medical Context for Non-Specialized Users: the CARTIER-IA Platform," *International Journal of Interactive Multimedia & Artificial Intelligence*, vol. 6, no. 6, pp. 46–53, 2021, doi: 10.9781/ijimai.2021.05.005.
- [23] C. S. Falcão, and B. Carvalho, "UNICAP Virtual: User Experience for a VR Application in Brazilian University," *Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol. 876, pp. 332–337, 2018, doi:10.1007/978-3-030-02053-8\_51
- [24] S. K. Shin, "Teaching critical, ethical, and safe use of ICT in pre-service teacher education," *Language Learning & Technology*, vol. 19, no. 1, pp. 181–197, 2015, doi: 10125/44408
- [25] European Commission's science and knowledge service, "The Digital Competence Framework 2.0," [Online] Available: <https://ec.europa.eu/jrc/en/digcomp/digitalcompetence-framework>.
- [26] L. M. Romero, M. S. Ramírez-Montoya, & J. R. Valenzuela, "Incidence of digital competences in the completion rates of MOOCs. Case study on Energy Sustainability courses," *IEEE Transactions on Education*, vol. 63, no. 3, pp. 183–189 1–7, 2020, doi: 10.1109/TE.2020.2969487.
- [27] C. C. Lin, W. W. Yu, J. Wang, and M.-H. Ho, "Faculty's Perceived Integration of Emerging Technologies and Pedagogical Knowledge in the Instructional Setting," *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, vol. 176, pp. 854–860, 2015, doi: https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.550.
- [28] G. Neiman and G. Quaranta, "Los estudios de caso en la investigación sociológica," *Estrategias Investig. Cual.*, vol. 1, pp. 213–237, 2006.
- [29] J. S. Jauhainen, "Entrepreneurship and innovation events during the COVID-19 pandemic: The user preferences of VirBELA virtual 3D platform at the SHIFT event organized in Finland," *Sustain.*, vol. 13, no. 7, pp. 1–22, 2021, doi: 10.3390/su13073802.
- [30] R. E. Stake, "Qualitative case studies.," 1998.
- [31] J. A. Maxwell, *Qualitative Research Design: An Interactive Approach: An Interactive Approach*. SAGE Publications, 2013.