

Piezas digitales inmersivas para la enseñanza en el Nivel Superior

Diseño y producción desde el Centro de Innovación en Tecnología y Pedagogía de la UBA



Lucía Gladkoff

Elsa Aubert

Silvia Andreoli

María Eugenia González Ocampo

Universidad de Buenos Aires.

Resumen

Este estudio examina el diseño, desarrollo e implementación de piezas digitales inmersivas para la enseñanza en el nivel superior, en el marco del Estudio Citep de la Universidad de Buenos Aires. La investigación explora cómo las tecnologías inmersivas (realidad virtual, realidad aumentada, videos 360° y modelos 3D) pueden transformar las prácticas educativas tradicionales y enriquecer los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Utilizando una metodología de estudio de caso, se analiza el proceso de producción iterativo e interdisciplinario identificando cinco fundamentos pedagógicos: acceso a ambientes profesionales, vivencia de situaciones reales, toma de decisiones disciplinares, comprensión de fenómenos complejos y contextualización del conocimiento. El estudio revela cómo estas tecnologías permiten crear experiencias de aprendizaje proporcionando acceso a escenarios relevantes pero a menudo inaccesibles en la realidad. Los resultados destacan la importancia de un diseño que integre la selección tecnológica apropiada, la recreación de escenarios relevantes, niveles de interactividad y componentes narrativos y lúdicos. Aunque centrado en cátedras de microbiología, química, topografía, seguridad e higiene, salud pública, bases agrícolas para la producción animal y anestesiología, el estudio plantea interrogantes sobre su desarrollo en las ciencias sociales y humanidades. Se identifican desafíos como la complejidad del desarrollo interdisciplinario, el equilibrio entre realismo y objetivos pedagógicos, y cuestiones de escalabilidad e implementación institucional.

Palabras clave: realidad virtual; video 360°; realidad aumentada; educación superior; tecnología educativa.

Immersive Digital Pieces for Higher Education Design and Production from the Centre for Innovation in Technology and Pedagogy of the UBA

Abstract

This study examines the design, development and implementation of immersive digital pieces for higher education teaching within the framework of Study Citep at University of Buenos Aires. The research explores how immersive technologies (virtual reality, augmented reality, 360° videos, and 3D models) can transform traditional educational practices and enhance teaching and learning processes.

Using a case study methodology, the research analyses the iterative and interdisciplinary production process identifying five pedagogical foundations: access to professional environments, experiencing real situations, making disciplinary decisions, understanding complex phenomena and contextualizing knowledge. The study reveals how these technologies create learning experiences by providing access to relevant but often inaccessible scenarios in reality. The results highlight the importance of a design that integrates aspects such as appropriate technological selection, recreation of relevant scenarios, levels of interactivity, and narrative and playful components.

Although focused on microbiology, chemistry, topography, safety and hygiene, public health, agricultural bases for animal production and anaesthesiology, the study raises questions about its development in the social sciences and humanities. Significant challenges are identified, including the complexity of interdisciplinary development, the balance between realism and pedagogical objectives, and issues of scalability and institutional implementation.

Keywords: virtual reality; 360° video; augmented reality; higher education; educational technology.

1. Introducción

Una experiencia sorprendente en un entorno digital, simulado, envolvente e interactivo, que permite explorar de manera libre mientras se resuelve un desafío. Un recorrido por espacios inaccesibles o distantes geográficamente, en los que cometer errores puede ser seguro. El pasaje de la bidimensión a la tridimensión, que invita a descubrir la escena e involucrarse en ella en primera persona, enriqueciendo la comprensión de un concepto, un problema complejo o un caso de análisis.

En el marco de la producción cultural se evidencia el crecimiento de la industria audiovisual a través del desarrollo de tecnologías inmersivas tales como Realidad Virtual (RV), Realidad Aumentada (RA), videos e imágenes 360° (VI 360°), modelos 3D, imágenes holográficas y *mapping*. En el ámbito educativo, estas tendencias posibilitan el diseño de la enseñanza a partir de la recreación de escenarios que combinan realidades físicas y digitales en tres dimensiones, invitando a docentes y estudiantes a transitar experiencias envolventes, sensoriales e interactivas, y abriendo un amplio abanico de oportunidades de aprendizaje. En los escenarios educativos actuales, cada vez más dinámicos e híbridos, la inmersión resulta una dimensión clave para enriquecer los procesos formativos a través de propuestas convocantes y situadas.

A partir de indagaciones y exploraciones sobre estas tendencias culturales y tecnologías emergentes, el Centro de Innovación en Tecnología y Pedagogía, dependiente de la Secretaría de Asuntos Académicos de la Universidad de Buenos Aires, crea una línea de prototipado y producción de piezas digitales inmersivas para la enseñanza: el Estudio Citep. La iniciativa busca aprovechar el potencial de las tecnologías inmersivas para diseñar experiencias de aprendizaje transformadas y transformadoras en el ámbito de la educación superior. Es una invitación a imaginar, diseñar y crear a partir de interrogantes genuinos sobre la enseñanza. Se nutre, a su vez, de una vasta indagación sobre experiencias desarrolladas en diferentes ámbitos de la cultura y la educación, y de una profunda reflexión sobre los sentidos didácticos.

A fin de analizar en profundidad el proceso de diseño y producción de piezas digitales inmersivas en el marco del Estudio Citep, esta investigación emplea una metodología de estudio de caso. El objetivo principal es comprender a fondo este proceso, caracterizando sus etapas, los roles involucrados, los desafíos y factores críticos que enfrenta. Además, se examinan las percepciones y experiencias de los diversos actores participantes, así como las posibilidades de escalabilidad asociadas al desarrollo de estas iniciativas tecnológicas para la enseñanza universitaria. A partir de los hallazgos, se busca proponer un marco de referencia que guíe el diseño y la producción de contenidos inmersivos en el ámbito de la educación superior.

2. Marco teórico: la inmersión en la enseñanza

En los últimos años, las tecnologías inmersivas han experimentado un rápido avance, ampliando considerablemente las oportunidades de diseñar propuestas de enseñanza altamente personalizadas, interactivas y envolventes en el nivel superior. Las interfaces con las que interactuamos a través de los videojuegos, la RV, las redes sociales y las narrativas transmedia han redefinido, en palabras de Frank Rose (2012), fundamentalmente la relación entre el narrador y la audiencia, habilitando nuevas maneras de involucrarnos con el contenido.

El concepto de inmersión, central en esta discusión, trasciende la mera idea de estar sumergido físicamente. Murray (2017) lo asocia a las tecnologías, definiéndolo como la sensación de estar completamente rodeado por otra realidad, de ser parte de una experiencia que demanda la totalidad de nuestro aparato perceptivo. Esta noción se enriquece con los aportes de Slater (2009) (como se citó en Fokides, Atsikpasi y Arvaniti, 2021), quien introduce los conceptos de “ilusión de presencia” e “ilusión de plausibilidad”. El primero se refiere a la sensación de estar realmente en el entorno virtual, mientras que el segundo alude a la convicción de que los acontecimientos que se suceden están ocurriendo realmente. Estos conceptos son fundamentales para comprender cómo los usuarios reaccionan de manera realista en entornos inmersivos.

La inmersión no es definida únicamente por un tipo de tecnología o experiencia, sino que la noción considera también variables como los estímulos, la interactividad, los dispositivos utilizados y la representación de la experiencia. En este sentido, para Ranieri, Luzzi, Cuomo y Bruni (2022), sentirse presente realmente se debe a estar rodeados de estímulos que se conforman a partir de imágenes, sonidos e interacciones en tiempo real que facilitan la percepción del entorno como un todo. Milgram, Takemura, Utsumi y Kishino (1994) (como se citaron en Feurstein, 2018) y Fokides *et al.* (2021) proponen que la interactividad puede manifestarse en diferentes grados o niveles, variando según la tecnología utilizada (VI 360°, RV o RA) y los dispositivos empleados. Esta variabilidad se relaciona estrechamente con los factores que Dede

(2009) y Dede, Jacobson y Richards (2017) identifican como clave en la inmersión: la sensación de presencia, la interactividad envolvente y la representación basada en la experiencia.

Otras características destacadas refieren tanto a la implicación a través de altos niveles de interacción como a la desconexión con el mundo real. Resulta significativo, entonces, considerar que una experiencia inmersiva relevante no solo es importante por las capacidades de las tecnologías seleccionadas para recrear escenarios digitales, sino por aquello que provocan, invitando a la acción. En este sentido, un concepto crucial en el ámbito de las experiencias inmersivas es la “suspensión momentánea de la incredulidad”, descrita por Freina y Ott (2015) y Feuerstein (2018). Este fenómeno permite a los usuarios sumergirse completamente en la experiencia virtual, apartando temporalmente su sentido crítico y aceptando la narrativa presentada como verosímil. Es precisamente esta capacidad de inmersión la que potencia el valor educativo de estas tecnologías.

La posibilidad de interactuar y manipular colabora en la conformación de una representación convincente del mundo real en el escenario digital (Morie, 2020). Esta percepción, impulsada por aspectos sensoriales, accionales y simbólicos (Dede, 2009; Dede *et al.*, 2017), intensifica la ilusión de presencia al emular las acciones de la vida real en el escenario digital y la atención se desvía progresivamente del espacio físico en el que nos encontramos.

Cuando se logra apartar el sentido crítico y este deja de juzgar aquellas escenas que presenta la narrativa de la experiencia que se está transitando por su carácter de verosimilitud, se logra la abstracción de la realidad, iniciando un proceso de inmersión en el que se construyen nuevas, directas y diversas maneras de interacción. Así, según Rose (2012), la interfaz digital se vuelve “invisible” a la experiencia y la inmersión llega a tener implicaciones cognitivas, activando zonas de nuestro cerebro sobre el movimiento o la posición en el espacio.

A partir de lo dicho, se observa que las interfaces digitales de RV y videos en 360° permiten la recreación de escenarios simulados del mundo real, favoreciendo el diseño de dinámicas de interacción y manipulación de objetos y promoviendo la sensación de presencia. Estas tecnologías se presentan como una oportunidad para el diseño de propuestas de enseñanza que invitan a una experiencia de aprendizaje situada y a la inmersión en contextos auténticos o simulados (Lave y Wenger, 1991), transformando la forma en que se aborda el conocimiento de los distintos campos disciplinares.

En el contexto de la educación superior, las principales tecnologías inmersivas incluyen la RV, el VI 360° y la RA. Dede (2009) identifica tres formas principales en que la inmersión puede integrarse en propuestas de enseñanza: permitiendo perspectivas múltiples, facilitando el aprendizaje situado y promoviendo la transferencia de conocimientos. La implementación de tecnologías como la RV, el VI 360° y la RA en entornos educativos permite recrear y simular escenarios digitales donde los estudiantes pueden enfrentarse a problemas relevantes y complejos para la acción en primera persona en un entorno controlado y seguro. Esta capacidad de interactuar con contenidos ricos y dinámicos no solo facilita la toma de decisiones informadas y la exploración de procedimientos aplicables en contextos profesionales, sino que también mejora la experiencia educativa mediante la visualización omnidireccional, intensificando la sensación de estar inmerso en el escenario propuesto. Así, las experiencias inmersivas pueden reforzar la comprensión profunda de los campos disciplinares al permitir adquirir habilidades, promover la motivación y la curiosidad por el descubrimiento y la exploración

intuitiva en ambientes seguros, personalizar la experiencia de aprendizaje y trascender la realidad física (Morie, 2020).

Estas ventajas se manifiestan en diversas disciplinas. En este sentido, relevar el modo en que estas tecnologías se integran en la enseñanza en los distintos campos de conocimiento resulta central en esta investigación. El enfoque didáctico que subyace al diseño de enseñanza puede recuperar el potencial de las tecnologías en las prácticas de enseñanza, pero se sustenta en el diseño de experiencias de aprendizaje que incluyen preguntas desafiantes, promueven la curiosidad y la colaboración y desafían la resolución de problemas auténticos y contemporáneos conectando el aprendizaje con el mundo real (Maggio, 2018; Bain, 2023).

Un relevamiento de investigaciones sobre el diseño de materiales digitales inmersivos en distintas disciplinas permite dar cuenta de las oportunidades y limitaciones de estos materiales. Se destaca especialmente el lugar de estas tecnologías en tareas de aprendizaje que requieren desarrollo de habilidades, entrenamiento de procedimientos o simulación de situaciones. Por ejemplo, en medicina, la RV ha demostrado ser valiosa para la formación en técnicas quirúrgicas en entornos seguros y controlados. Una investigación comparativa entre VI 360° y videos en 2D para la educación quirúrgica reveló que los primeros aumentaron significativamente la atención, aunque no se observaron diferencias significativas en la retención de información (Alaker, Wynn y Arulampalam, 2016). En geología, el uso de estas tecnologías permite acceder a lugares y situaciones imposibles de experimentar en el mundo real. En el campo de la gestión, facilita el desarrollo de competencias a través de escenarios complejos simulados (Dede, 2009). En la enseñanza de idiomas extranjeros, Berns, Mota, Ruiz-Rube y Dodero (2018) exploran el uso de video 360° para crear entornos inmersivos en los que los estudiantes puedan mejorar sus competencias lingüísticas mediante situaciones similares a las del mundo real. Los resultados destacan que las experiencias de los estudiantes utilizando estas tecnologías superan ampliamente las realizadas con grabaciones de video tradicionales.

Bujić, Salminen y Hamari (2023) encontraron que los niveles más altos de inmersión tecnológica tienen un impacto emocional más profundo en los usuarios, especialmente aumentando la afectividad. Sin embargo, esto puede influir en la memoria de la información presentada, sugiriendo la necesidad de equilibrar la carga emocional para no comprometer la retención de información factual.

En la misma línea, Snyder, Kramer, Lippe y Sankar (2023) demostraron que el video 360° en entornos de Realidad Virtual Inmersiva (IVR) permiten a los estudiantes experimentar escenarios complejos de manera inmersiva y auténtica. No obstante, la implementación de estas tecnologías no está exenta de desafíos. Ryan (2015) señala la necesidad de buscar un equilibrio entre la experiencia envolvente y la interactividad para no sobrecargar la situación y asegurar una narrativa coherente que promueva la autonomía del estudiante.

Los estudios relevados han demostrado que estas tecnologías ofrecen valiosas oportunidades para el diseño de materiales educativos que promuevan una sensación de presencia, interactividad envolvente y representación realista del mundo, y fortalezcan el desarrollo de conocimientos y habilidades de manera auténtica en contextos académicos y profesionales. A su vez, también reconocen las cualidades de estas tecnologías para promover la atención, reflexionan con algunos resguardos acerca del impacto emocional generado por la inmersión y valoran las posibilidades de exploración y descubrimiento que potencian para los estudiantes.

3. Metodología

Este estudio emplea un enfoque cualitativo de investigación basado en el método de estudio de caso. Este permite examinar en profundidad un fenómeno contemporáneo dentro de su contexto real (Stake, 1999), en este caso, el proceso de diseño y producción de piezas digitales inmersivas llevado a cabo por el Estudio Citep. Se emplearán estrategias de triangulación de múltiples fuentes de datos para lograr una comprensión más profunda del caso y asegurar la validez y confiabilidad de los hallazgos.

El objetivo principal de este estudio es comprender a fondo el proceso de diseño y producción de piezas digitales inmersivas en el marco del Estudio Citep. Los objetivos específicos proponen: 1) caracterizar el proceso de diseño y producción, sus etapas y los roles de los perfiles profesionales involucrados en él; 2) analizar los desafíos y factores críticos en el diseño y desarrollo de piezas digitales inmersivas para la enseñanza en la educación superior; 3) identificar las percepciones y experiencias de los diferentes actores involucrados en el proceso de diseño y producción de piezas digitales inmersivas; y 4) proponer un marco de referencia basado en los hallazgos del estudio para guiar el diseño y la producción de piezas digitales inmersivas en el ámbito universitario.

La recolección de datos se realizó a través de las siguientes técnicas:

- » Revisión documental y observaciones del proceso de diseño y producción de las piezas digitales inmersivas. Se analizaron documentos internos, informes, guías (planes, bocetos, prototipos, fichas, etc.). Además, se analizaron los proyectos de los equipos docentes presentados en la convocatoria.
- » Revisión y evaluación de las piezas digitales inmersivas producidas en la enseñanza. Observación no participante de las primeras implementaciones realizadas como pruebas piloto con docentes y estudiantes, con el fin de comprender las dinámicas, interacciones y prácticas involucradas.
- » Testimonios del equipo de producción, de docentes y de estudiantes.

Es importante reconocer que algunos de los investigadores de este estudio han estado involucrados directamente en el proceso de diseño y producción de piezas digitales inmersivas. Si bien esta situación podría representar un desafío en términos de objetividad, también ofrece ventajas únicas al proporcionar un acceso sin precedentes y una comprensión profunda del fenómeno estudiado. Para abordar esta situación y fortalecer la validez y confiabilidad de los hallazgos, se emplearon las siguientes estrategias metodológicas:

- » Grupos focales entre investigadores. Se realizaron para discutir abiertamente desafíos, factores críticos, percepciones y aprendizajes desde sus roles. Se efectuaron reuniones periódicas con los investigadores de este estudio y miembros del Centro a cargo de otros proyectos a fin de examinar continuamente los sesgos, suposiciones y perspectivas, y cómo estos podrían afectar la recolección e interpretación de los datos.
- » Narrativas personales. Se solicitó a los investigadores la elaboración de narrativas detalladas sobre su participación en momentos clave del proceso para capturar sus perspectivas y experiencia.
- » Triangulación de múltiples fuentes de datos y métodos de recolección para corroborar y validar los hallazgos desde diferentes ángulos.
- » Investigador externo no directamente involucrado en el proceso, para validar y proporcionar una mirada crítica sobre los procedimientos y hallazgos del estudio.
- » Los datos recolectados a través de estas técnicas fueron analizados mediante métodos de análisis de contenido y análisis temático, con el fin de identificar patrones, temas recurrentes y perspectivas relevantes para responder a los objetivos de investigación.

4. El caso en profundidad: relevancia, etapas y definiciones

En 2022, surge Estudio Citep, en el marco de una de las líneas fundadoras del Centro que emprende la producción digital de entornos, aplicaciones y prototipos tecnológicos (Pinto, 2014). Esta línea explora tendencias culturales y tecnológicas emergentes, identificando transformaciones en la producción y comunicación del conocimiento que impactan en su enseñanza y crean nuevos escenarios educativos.

La iniciativa buscó ampliar la línea de prototipado tecnológico del Centro, impulsar la producción de contenidos digitales inmersivos para la enseñanza universitaria y promover la investigación interdisciplinaria comprometida con el avance de nuevos descubrimientos para la experimentación de prácticas de enseñanza y la producción de materiales digitales.

Esta línea de producción inmersiva es relevante, no solo en el sentido de la identificación e integración de tendencias en los procesos de enseñanza, sino también por las amplias posibilidades que estas tecnologías encarnan para la construcción de conocimientos complejos y la participación activa de los estudiantes. En este sentido, la producción con tecnologías inmersivas desde la Universidad permite poner en escena los criterios pedagógicos de sus especialistas y realizar producciones acordes con las visiones de enseñanza y aprendizaje propias, en lugar de adoptar productos desarrollados con criterios comerciales. Su importancia justifica la elección de Estudio Citep como caso de estudio.

Es importante destacar que, desde su lanzamiento, el Estudio Citep ha producido 7 piezas digitales inmersivas y actualmente se encuentra en etapa de producción de 4 más. Hasta el momento, ha involucrado a más de 30 docentes de diversas disciplinas. Estos datos subrayan el alcance de la iniciativa en un corto período de tiempo a la vez que invitan a reflexionar en torno a las posibilidades de escalabilidad.

Estudio Citep se lanzó con la Convocatoria “Creación de piezas digitales para la enseñanza con tecnologías inmersivas” dirigida a docentes de la Universidad de Buenos Aires. El proceso incluía un ciclo formativo para idear y bocetar propuestas y culminaba en la producción de las piezas ganadoras según Citep.

Las propuestas debían enfocarse en educación superior (pregrado, grado o posgrado) y ser diseñadas e implementadas por equipos de cátedra o por docentes de manera individual. Los seleccionados trabajarían en colaboración con Citep en la planificación, definición de alcances, escritura de guiones y ajuste de prototipos. La propuesta completa incluyó las siguientes etapas:

- » Ciclo formativo.
- » Presentación de propuestas docentes.
- » Evaluación de propuestas.
- » Producción de piezas seleccionadas.

Etapas 1. Desarrollo de ciclo formativo (descubrimiento)

El ciclo formativo consistió en 4 talleres que invitaban a descubrir, experimentar e idear con tecnologías inmersivas. Las temáticas y el recorrido propuesto fueron consensuados por el equipo coordinador y validados por miembros de Citep. La directora del proyecto menciona:

Los proyectos de Citep, articulan reflexiones profundas en torno a los sentidos didácticos de la integración de tecnologías en las propuestas de enseñanza, las

tendencias tecnológicas y culturales y los desafíos epistemológicos de los distintos campos disciplinares. En este caso, el análisis de las tendencias actuales en tecnologías inmersivas y su potencial en la educación superior permitieron reconocer las temáticas que el ciclo incluiría para familiarizar a los docentes en las lógicas y especificidades propias de estas tecnologías.

Los talleres abordaron: 1. RV con tecnología web; 2. RA y modelos 3D; 3. Diseño de experiencias inmersivas con VI 360°; 4. Creación de piezas digitales inmersivas para la enseñanza: de la idea al boceto. Participaron docentes de diversas Facultades de la Universidad de Buenos Aires (Tabla 1).

Tabla 1. Distribución de docentes UBA por facultad

Facultad	Realidad Virtual con tecnología web	Realidad Aumentada y modelado 3D	Diseño de experiencias inmersivas con video e imagen 360°	Creación de piezas digitales inmersivas para la enseñanza: de la idea al boceto
Diseño de Arquitectura y Urbanismo	15	14	17	6
Farmacia y Bioquímica	6	10	11	12
Ciencias Económicas	0	5	7	2
Ciencias Sociales	2	1	6	4
Psicología	4	3	4	3
Medicina	6	2	4	3
Agronomía	4	4	5	4
Ciclo Básico Común	9	10	8	7
Derecho	2	2	5	0
Ingeniería	6	3	2	1
Filosofía y Letras	8	5	7	6
Ciencias Exactas y Naturales	2	1	1	0
Veterinaria	6	7	7	3
Odontología	2	5	1	2
UBAXXI	6	5	2	3
Colegio Nacional de Buenos Aires	1	1	0	0
Escuela Superior de Comercio "Carlos Pellegrini"	0	2	2	1
Colegio Dr. Ramón A. Cereijo - Escobar	0	1	0	0
Escuela de Educación Técnico Profesional en Producción Agropecuaria y Agroalimentaria	0	0	1	0
Total	79	81	90	57

Los Talleres estuvieron a cargo de especialistas y el equipo pedagógico de Citep. Exploraron dimensiones tecnológicas, comunicacionales, visuales y didácticas para ofrecer a los docentes conocimiento sobre el uso de aplicaciones y dispositivos adecuados, así como estrategias de enseñanza y de evaluación con tecnologías inmersivas.

El último taller, "Creación de piezas digitales inmersivas para la enseñanza: de la idea al boceto", fue requisito para presentarse a la convocatoria. Incluyó cuatro perspectivas: formativa, exploratoria, de asesoramiento y de diseño. La perspectiva formativa implicó la integración de conceptos y la profundización en la dimensión didáctica a fin de colaborar en la construcción de los sentidos de enseñanza de la propuesta a presentar. La perspectiva exploratoria consistió en la exploración con tecnologías inmersivas para vivenciar la experiencia de usar cascos de RV, pantallas táctiles para la visualización de VI 360° y dispositivos móviles para la interacción con modelos 3D en RA. La perspectiva de asesoramiento propuso un momento personalizado con cada docente o equipo para abordar las ideas de producción y recibir orientaciones. Finalmente, la

perspectiva de diseño impulsó el trazado de los primeros bocetos y flujos de navegación de las propuestas a crear.

En esta primera etapa de descubrimiento se invitó a los docentes a atravesar un trabajo de exploración, búsqueda de antecedentes de este tipo de implementaciones en la enseñanza de sus campos de saber y revisión de los contenidos de sus asignaturas para avanzar en un posible recorte temático a trabajar. Para ello, fue fundamental la recopilación de información y el análisis sobre las posibilidades y limitaciones técnicas y de acceso a estas tecnologías, a fin de visualizar los alcances que se podrían lograr con la pieza digital inmersiva y así establecer los objetivos académicos.

Etapas 2. Convocatoria: presentación de propuestas docentes (definición)

La convocatoria incluyó los siguientes componentes: destinatarios, criterios de presentación, rúbrica de evaluación de las propuestas, condiciones de participación, etapas y cronograma (Figura 1).



Figura 1. Componentes de la convocatoria. Fuente: elaboración propia.

Sus propósitos fueron: 1) promover la producción de contenidos digitales inmersivos para la enseñanza universitaria; 2) incentivar la experimentación en entornos inmersivos; 3) ofrecer claves para el desarrollo de propuestas didácticas múltiples e innovadoras; 4) articular con equipos de cátedra interesados en tecnologías inmersivas; 5) documentar los procesos de creación a fin de reflexionar junto con la comunidad universitaria respecto de la integración de las tecnologías inmersivas en las prácticas de enseñanza; 6) construir conocimiento acerca de las posibilidades de las tecnologías inmersivas para la enseñanza. En palabras de una de la coordinadora del proyecto:

Teníamos la convicción de que la presentación de proyectos por parte de los docentes debía ir más allá de una mera descripción técnica... entonces buscamos estimular una reflexión profunda sobre los sentidos didácticos de las propuestas inmersivas, guiando a los participantes a través de una serie de preguntas clave que abordaban aspectos fundamentales del diseño pedagógico.

El formulario de presentación de los proyectos incluía: destinatarios, alcance, antecedentes, fundamentación pedagógica, propósitos, contenidos, descripción de la

propuesta, boceto preliminar acorde con la tecnología elegida (descripción de los componentes, su funcionalidad, su distribución en el espacio y las interacciones posibles con los elementos) y flujo de navegación. El equipo de Citep ofreció asesoramiento específico a los equipos que aspiraban a presentarse a fin de visitar las diferentes opciones identificadas en el último taller para hacerlas converger en decisiones de formulación (Brown, 2009).

Etapa 3. Evaluación de propuestas (selección)

La evaluación y selección de las propuestas ganadoras de la convocatoria contó con un jurado integrado por especialistas en tecnología educativa y realizadores especializados en tecnologías inmersivas. Se utilizó una rúbrica con criterios centrales y cuatro niveles de ponderación, definiendo el porcentaje de incidencia y la equivalencia numérica de cada nivel (Tabla 2).

Tabla 2. Porcentaje de incidencia y la equivalencia numérica de cada nivel

CRITERIOS	Porcentaje de Incidencia	Equivalencia numérica de cada nivel
Adecuación a las bases de la convocatoria.	10 %	A 10 B 7,5 C 5 D 2,5
Consistencia entre la pieza digital inmersiva y los propósitos pedagógicos que dan sentido a la propuesta.	20 %	A 20 B 15 C 10 D 5
Creatividad y originalidad de la propuesta de enseñanza en relación a la tecnología inmersiva seleccionada.	20 %	A 20 B 15 C 10 D 5
Promoción de un rol activo de parte de los y las estudiantes en su interacción con la pieza inmersiva a crear.	20 %	A 20 B 15 C 10 D 5
Viabilidad de la producción esperada.	20 %	A 20 B 15 C 10 D 5
Precisión y claridad en la información proporcionada.	10 %	A 10 B 7,5 C 5 D 2,5

De diez proyectos presentados, se seleccionaron siete piezas ganadoras: dos en RV, una en RA y cuatro de VI 360°.

Etapa 4. Producción de piezas seleccionadas (iteraciones de desarrollo)

El equipo de producción se integró con profesionales de los siguientes perfiles: pedagogas especializadas en didáctica, tecnólogas educativas, comunicadoras especializadas en cultura digital y tecnología, diseñadores de imagen y sonido especializados en tecnologías inmersivas, diseñadores multimedia, animadores 3D, programadores especializados en desarrollo de RV y docentes expertos en la enseñanza de sus campos disciplinares. El proceso incluyó cuatro instancias: ideación, prototipado, testeo e implementación.

Ideación

Esta instancia retoma las definiciones dadas hasta el momento a fin de delimitar el alcance de la pieza y da comienzo a un nuevo proceso creativo de ideas para buscar e identificar las mejores alternativas para plasmar las definiciones previas. El equipo de Citep, desde sus diversos perfiles, colaboró para concebir ideas que aprovecharan las tecnologías inmersivas para lograr los propósitos educativos formulados. Por un lado, se guió la reflexión curricular para abordar la selección de contenidos identificando aquellos más apropiados para integrar las piezas inmersivas y considerando las estrategias de enseñanza, las dificultades de comprensión, las posibilidades de profundización, ampliación y contextualización de conocimientos. El esfuerzo de selección también buscó evitar la sobrecarga de información, equilibrando extensión y profundidad. Por otro lado, se intercambió sobre la inclusión de elementos interactivos, la formulación de escenarios, el diseño de los recorridos, la integración de estrategias y el involucramiento multisensorial.

Prototipado

El prototipo permite maquetar la pieza, obtener *feedback* y realizar pruebas antes del producto final. El equipo comenzó con prototipos básicos para establecer la disposición de elementos y el flujo de navegación. Posteriormente, avanzó en niveles de especificidad y complejidad, explorando alcances, identidad visual, elementos textuales y el funcionamiento de imágenes en contexto. Estos ciclos iterativos culminaron en prototipos de alta calidad.

En el desarrollo de piezas en RV (Figura 2) se enviaron fotos de los espacios a recrear digitalmente y elementos que se necesitaban modelar en 3D. Asimismo, estas piezas implican la manipulación de elementos y la realización de procedimientos, por eso fue importante la creación de videos previos para mostrar procedimientos y detalles.

Tecnología	Título	Campo de conocimiento	Descripción
RV	1- Curva de crecimiento bacteriano	Microbiología	Simulación de un experimento en un laboratorio de Microbiología de una curva de crecimiento bacteriano.
RV	2- Lectura e interpretación de cartas topográficas	Topografía	Recreación de terrenos a partir de cartas topográficas, para la interpretación del relieve y la identificación de formas topográficas.



Figura 2. Ficha y capturas de pantalla de piezas desarrolladas en RV. Fuente: elaboración propia.
Nota: Pieza 1: información ampliatoria en <https://citepcloud.net.ar/crecimiento-bacteriano/> Pieza 2: información ampliatoria en <https://citepcloud.net.ar/cartas-topograficas/>

Para piezas en VI 360° (Figura 3), el rodaje en locaciones reales fue clave, con planes detallados y gestión de permisos de acceso a los espacios de grabación, de traslados y la contratación de seguros. Se elaboraron *storyboards* para organizar los elementos necesarios para la filmación y se capturó material adicional para implementar ideas que pudieran surgir posteriormente.

Tecnología	Título	Campo de conocimiento	Descripción
Video e imagen 360°	1- Seguridad e Higiene: análisis de los riesgos presentes en las diferentes etapas constructivas de una obra	Seguridad e Higiene	Recorrido de una obra en construcción para la visualización y el análisis de aspectos constructivos y del cumplimiento de las condiciones de seguridad e higiene de los operarios.
Video e imagen 360°	2- Análisis de la contaminación en un laboratorio de suplementos dietarios	Salud Pública e Higiene Ambiental	Visualización de los procesos de producción en un laboratorio de suplementos dietarios para la observación y el análisis de controles farmacotécnicos y ambientales.
Video e imagen 360°	3- Exploración de un sistema de producción lechera	Bases Agrícolas para la Producción Animal	Recorrido de un establecimiento lechero para el análisis de la interacción dinámica entre los componentes del sistema de producción animal (suelo-planta-animal).
Video e imagen 360°	4- Experiencia previa al servicio de anestesiología veterinaria	Anestesiología	Observación de un área quirúrgica veterinaria para la experimentación de los procedimientos previos al servicio de anestesiología y tomar decisiones.

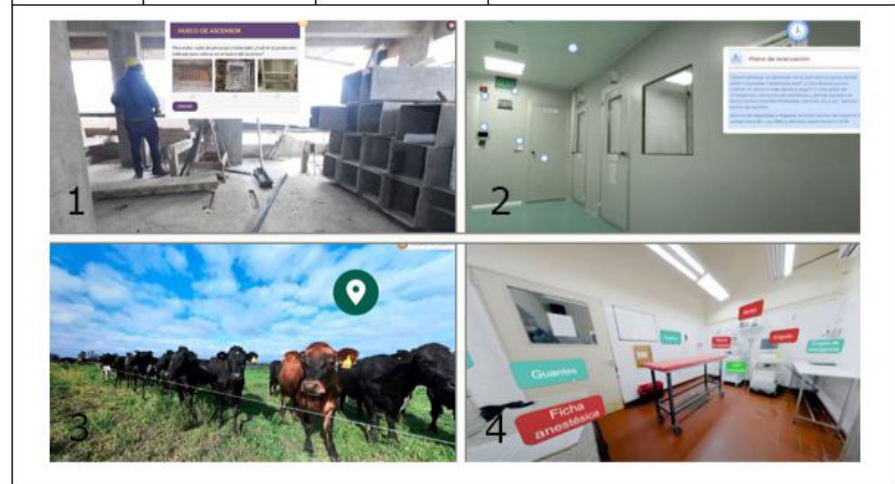


Figura 3. Ficha y capturas de pantalla de piezas desarrolladas en VI 360°. Fuente: elaboración propia.
Nota: Pieza 1. Información ampliatoria en <https://citepcloud.net.ar/seguridad-e-higiene-obra/>
Pieza 2. Información ampliatoria en <https://citepcloud.net.ar/contaminacion-laboratorio/>
Pieza 3. Información ampliatoria en <https://citepcloud.net.ar/produccion-lechera/>
Pieza 4. Información ampliatoria en <https://citepcloud.net.ar/anestesiologia-veterinaria/>

En piezas con RA (Figura 4), se trabajó con el equipo docente en la maquetación de elementos con sus propiedades y formas, y se elaboraron modelos 3D.

Tecnología	Título	Campo de conocimiento	Descripción
RA	Geometría e interacciones moleculares RA	Química Inorgánica, Analítica y Química Física	Experiencia gamificada para la recolección de elementos de la tabla periódica, la resolución de desafíos, la construcción de moléculas y el análisis de sus propiedades.



Figura 4. Ficha y capturas de pantalla de piezas desarrolladas en RA. Fuente: elaboración propia. Nota: información ampliatoria en <https://www.citepcloud.net.ar/geometria-interacciones-moleculares/>

El proceso incluyó ciclos iterativos para ajustar las piezas de manera sucesiva a partir del *feedback* de los diferentes perfiles involucrados. Se buscó lograr la consistencia con los propósitos de la enseñanza, favorecer inmersiones profundas de los estudiantes, reconocer el potencial de la elección de cada tecnología y considerar la usabilidad y la pertinencia de los elementos y acciones propuestas en cada pieza.

Testeo

Las instancias de prueba fueron cruciales para evaluar las piezas digitales inmersivas en función de las experiencias deseadas. Durante esta etapa, los diferentes equipos y perfiles llevaron a cabo testeos para recopilar observaciones, detectar errores, proponer mejoras y resolver dudas. Una comunicación fluida entre los distintos perfiles profesionales fue importante para registrar sensaciones, comentarios y notas compartidas, facilitando la elaboración de listados de ajustes y avanzando en el proceso de refinamiento hasta la finalización de cada pieza.

Implementación

La última instancia del proceso implicó la implementación de cada pieza con los estudiantes. Se realizaron pruebas piloto planificadas en colaboración entre el equipo de Citep y los docentes. Se consideraron aspectos como la organización del espacio del aula, los horarios, la participación estudiantil, las intervenciones docentes y las reconstrucciones conceptuales, reconociendo que este tipo de experiencias siempre se encuentra abierta a lo emergente en la clase. En algunos casos, se proporcionó capacitación previa a los docentes para el uso de dispositivos en piezas de RV.

Para documentar la práctica, se recogieron testimonios de estudiantes y docentes que permitieron un análisis posterior. Las etapas del proceso de producción fueron recurrentes para el desarrollo de las siete piezas mencionadas. Actualmente, solo algunas

han completado pruebas piloto con estudiantes, dimensión que será profundizada en publicaciones futuras.

A continuación, se muestra un esquema (Figura 5) que muestra todas las etapas destacando los hitos principales.

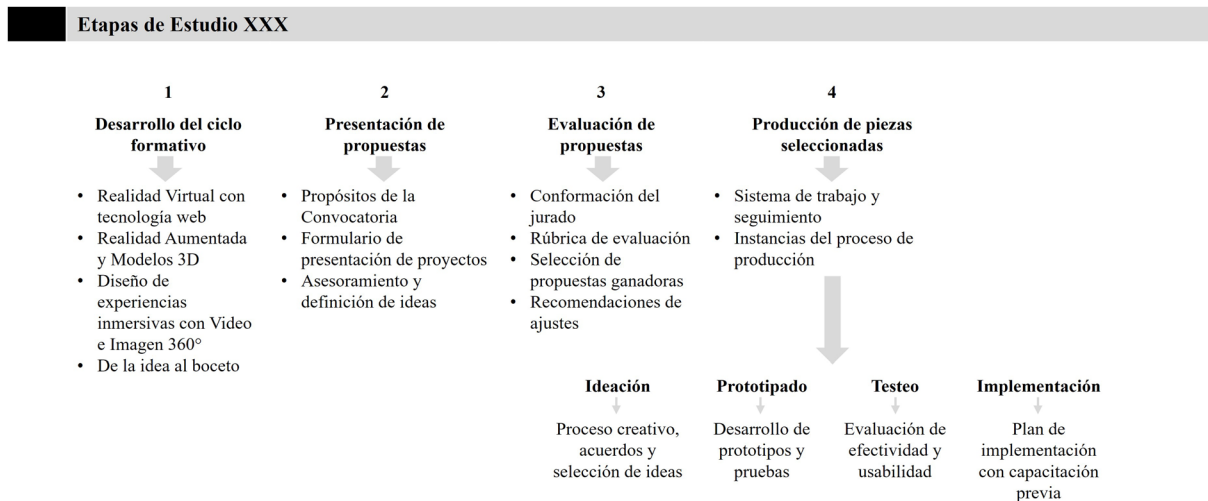


Figura 5. Etapas de Estudio Citep. Fuente: elaboración propia.

5. Análisis y resultados

El presente apartado se construye a partir de las etapas abordadas en el apartado previo. A través de un proceso reflexivo sobre las decisiones tomadas durante el desarrollo, se han identificado elementos clave que definen la aproximación del Estudio Citep para el diseño y la producción de piezas digitales inmersivas para la enseñanza. El análisis se centra en cómo las piezas reconocen la tecnología más adecuada para la necesidad identificada, recrean digitalmente escenarios relevantes, buscan implicar a los estudiantes en niveles de interacción altos, componen recorridos múltiples y proponen acciones simuladas. Además, se examinan los componentes narrativos y lúdicos, cómo estas piezas alteran las condiciones de la realidad cuando ello implica un aporte significativo, y cómo apelan a la multisensorialidad para enriquecer la experiencia de aprendizaje.

Se presenta un análisis detallado de los temas centrales del estudio, los desafíos y factores críticos. Se integran en el análisis argumentos expresados en los proyectos presentados, relatos y narrativas de los actores involucrados en el proceso para ilustrar aspectos específicos del caso y dar cuenta de los hallazgos obtenidos a partir de las técnicas de recolección de datos empleadas.

Elección de la tecnología

La elección de la tecnología para el desarrollo de piezas digitales inmersivas revela un proceso de toma de decisiones complejo y multifacético, arraigado en principios pedagógicos y en la comprensión de las especificidades de cada tecnología. Estas definiciones se tomaron en conjunto entre los equipos docentes y el equipo de Citep. Las consideraciones estuvieron asociadas a las posibilidades de recrear o capturar digitalmente los escenarios en los que se construiría la experiencia, a las interacciones que se buscaría promover por parte de los estudiantes, a los recorridos que se propondrían, al tipo de experiencia de aprendizaje a generar y al tipo de saber a construir, entre otros.

Como señala una de las tecnólogas educativas del equipo de Citep: “Nuestra prioridad siempre fue asegurar que la tecnología seleccionada no solo fuera innovadora, sino que también respondiera a las necesidades de enseñanza específicas de cada propuesta docente”. El coordinador de la producción agrega:

Cada tecnología ofrece posibilidades únicas. Nuestro desafío fue mapearlas y participar con los docentes de los proyectos seleccionados en un intercambio para volver a analizarlas. Por ejemplo, cuando se requería una experiencia muy inmersiva para simular un entorno de laboratorio, elegimos la realidad virtual. En cambio, para proyectos que buscaban situar a los estudiantes en locaciones reales o superponer información digital en el mundo real, el video 360° y la realidad aumentada fueron las opciones más apropiadas.

El proceso de selección tecnológica también reveló un compromiso con el diseño de experiencias de aprendizaje participativas. Una de las profesoras comenta en una reunión:

La posibilidad de diseñar recorridos múltiples y proponer acciones simuladas nos permitió pensar en formas más flexibles y personalizadas de abordar los contenidos. Esto fue un desafío... nos obligó a repensar no solo cómo enseñamos, sino también cómo los estudiantes aprenden y se involucran con el material.

La selección tecnológica pone en escena consideraciones que van más allá de lo técnico y reconocen la oportunidad para enriquecer las experiencias de aprendizaje en cada campo disciplinar.

Recreación de escenarios

Para todas las piezas producidas se recrearon escenarios relevantes en los cuales situar las experiencias, según determinados propósitos pedagógicos.

Escenarios recreados con RV

El desarrollo de estas piezas implicó la recreación digital completa de los dos escenarios en 3D: un laboratorio de microbiología y diferentes terrenos de gran tamaño con múltiples fenómenos topográficos para su interpretación. En el caso del laboratorio, la decisión de recrear totalmente el escenario estuvo asociada a la necesidad de replicar un procedimiento que no puede ser realizado por los estudiantes en clase ya que requiere de gran cantidad de horas y materiales. En la descripción de su propuesta, el equipo expresa:

Se pensó la propuesta de este modo y con esta tecnología debido a que en los tiempos físicos de cursada no se puede realizar una curva de crecimiento ya que se necesitan al menos varias horas consecutivas y múltiples días de trabajo para realizar la misma, introducir diversas variables e interpretar los resultados; además del volumen de material que se necesitaría para que cada alumna y alumno pueda realizarla.

La elección de la RV, en este caso, ofrece la posibilidad de acelerar el tiempo y avanzar para la toma de las muestras necesarias. En el caso de la recreación de terrenos para la interpretación del relieve, la decisión tuvo que ver con la imposibilidad de viajar a territorios tan complejos y de capturar fotografías y videos desde todos los puntos posibles como para generar la sensación de estar dentro de dichos escenarios y poder moverse en ellos. En esta pieza se decidió desarrollar los terrenos con las características topográficas de los contenidos que se buscaba enseñar. Una estudiante que participó de

la prueba piloto expresa: “Es como que te permite vivir el terreno y el lugar en primera persona, y está buenísimo”.

Escenarios recreados con tecnología 360°

La producción de videos e imágenes 360° implicó la captura de escenas y situaciones con una cámara 360° y el traslado a las locaciones necesarias, con acceso a ellas tanto de ingreso como de movilidad en su interior: una obra en construcción, un laboratorio de suplementos dietarios, un sistema de producción lechera y un servicio de anestesiología veterinaria. Esto posibilita que los estudiantes puedan conocer los escenarios reales en los que se realiza la práctica profesional, tengan la posibilidad de recorrerlos y realizar diferente tipo de interacciones en ellos. En referencia a la pieza que se desarrolla dentro de una obra en construcción, un estudiante expresa: “Me pareció interesante que sea una obra real y no un video ilustrativo”. A su vez, una docente de otro equipo reflexiona acerca del cambio que significa en términos cognitivos para sus estudiantes: “Cambia en relación a cómo lo hacíamos. Antes teníamos que intentar que el alumno después se imaginara cómo debería ser la realidad”.

Escenarios recreados con tecnología de RA

En cuanto a la pieza desarrollada en RA, la propuesta se localiza en el espacio físico de la facultad y el aula donde se cursa Química es el escenario real donde se distribuyen los marcadores con información para que sean descubiertos por los estudiantes, promoviendo que los estudiantes ingresantes se familiaricen con el espacio universitario a través de recorridos lúdicos. Ante estas definiciones, una de las pedagogas del equipo comenta: “Una de las búsquedas de la convocatoria fue construir experiencias inmersivas que provocaran en los estudiantes la sensación de estar presentes en escenarios relevantes en los que además pudiesen generar acciones de aprendizaje asociadas a los campos profesionales o de saber de estas asignaturas”.

La recreación de escenarios en el contexto del Estudio Citep emerge como un elemento fundamental en la transformación de las experiencias de aprendizaje en la educación superior: ofrece a los estudiantes la oportunidad única de sumergirse en entornos que, de otro modo, serían inaccesibles o imposibles de replicar en un aula convencional, genera articulaciones entre saberes y facilita la práctica de habilidades en un entorno seguro y controlado.

La interactividad en tecnologías inmersivas

La interactividad en piezas con tecnologías inmersivas se manifiesta en diversos niveles y formas, cada una con sus propias oportunidades y limitaciones. Por ejemplo, las opciones incluyen posibilidades para recorrer o trasladarse en los espacios, realizar un procedimiento seleccionando objetos, determinar los pasos correctos de una intervención, elegir el material que se necesitará, hacer cálculos, intervenir el espacio a partir de la identificación de fenómenos o responder preguntas de análisis del ambiente en el que se encuentran.

La tecnología inmersiva que permite mayores niveles de interactividad es la RV. Las piezas desarrolladas con esta tecnología proponen interacciones profundas, como realizar un procedimiento completo en un laboratorio tomando los múltiples elementos que el procedimiento implica y accionando con ellos. Al respecto, una estudiante que participó de la prueba piloto manifiesta: “Esta manera me pareció mucho más personal, como que uno puede aprender más cómo manipular los elementos”. En la pieza de Topografía las interacciones implican trasladarse a través del terreno, marcar áreas,

seleccionar fenómenos y cambiar el tipo de vista. En ambos casos, estas opciones se habilitan a partir del uso de los *joysticks* que acompañan los visores de RV.

Por otro lado, las piezas desarrolladas con tecnología 360° invitan a responder preguntas asociadas a las escenas, seleccionar opciones o tocar objetos, pero no es posible interactuar en forma directa sobre estos de modo de transformar las escenas. En estas producciones, las escenas fueron capturadas con una cámara, por lo que las acciones posibles de los estudiantes implican la reflexión analítica sobre estas y la toma de decisiones a partir de lo que la captura realizada posibilita.

En la pieza desarrollada con RA para la asignatura Química, la cual se combina con tecnología móvil, la interacción implica un movimiento por el espacio para la búsqueda y recolección de elementos químicos que pueden ser capturados a partir de marcadores. Luego, la aplicación desarrollada plantea preguntas y respuestas e invita a la construcción de moléculas y elementos químicos en 3D a partir de tecnología *touch*. El desarrollo de modelos en 3D posibilita interacciones asociadas a la manipulación y la configuración de elementos.

A partir del estudio de las posibilidades de interacción, una de las tecnologías educativas expresa:

Tanto durante el proceso de diseño como a través del desarrollo de las piezas estuvimos especialmente atentos a que no se invitara a los estudiantes simplemente a situarse en los ambientes y las escenas para poder observarlas y sentirse dentro de ellas. Consideramos que esto es relevante pero no suficiente ya que todo proceso de aprendizaje requiere de una actividad por parte de los estudiantes sobre esos objetos de conocimiento.

La posibilidad de interactuar directamente con escenarios, fenómenos y objetos dentro de un entorno digital enriquece la experiencia de aprendizaje y puede favorecer una comprensión más profunda y contextualizada de los contenidos.

Composición de recorridos

Al momento de diseñar los recorridos, se buscó que los caminos ofrecidos en la experiencia fueran múltiples y en diferentes direcciones. Como señala la coordinadora pedagógica del proyecto:

Queríamos romper con la idea de un único camino correcto. En la vida real, y especialmente en el ámbito profesional, rara vez hay una sola manera de abordar un problema. Nuestro objetivo era reflejar esa complejidad en las experiencias de aprendizaje.

En las piezas de RV, este enfoque se manifiesta en la libertad de movimiento y acción otorgada a los estudiantes. En relación con la pieza de Topografía, el desarrollador de RV comenta: “No impusimos limitaciones artificiales. Queríamos que los estudiantes pudieran explorar el terreno y moverse libremente... y tomar decisiones basadas en su propio análisis”. Sin embargo, en el laboratorio, la libertad de recorrido se cruza con la secuencia del procedimiento a aprender. Si bien los estudiantes pueden manipular los elementos en el orden que consideren correcto, en este caso la secuencia está fuertemente orientada por el conocimiento a construir.

En las piezas creadas con tecnología 360°, los recorridos están estructurados por los espacios que presentan, los cuales determinan ciertas linealidades. No obstante, el equipo se esforzó por introducir elementos de elección y complejidad creciente. Un

integrante del equipo de diseño de imagen y sonido explica: “Aunque la tecnología 360° nos impone ciertas restricciones, buscamos formas creativas de introducir caminos alternativos y desafíos”. Por ejemplo, la pieza que se localiza dentro de una obra en construcción invita a un recorrido por las cuatro plantas de un edificio. Si bien el recorrido propone una linealidad por niveles, en cada planta se proponen múltiples desafíos que van aumentando su complejidad. Por otra parte, propuestas situadas en un laboratorio de suplementos dietarios o en un servicio de anestesiología veterinaria invitan a realizar los recorridos propios de dichos espacios, por lo que las secuencias ofrecen las linealidades determinadas por los pasos del proceso de producción de los suplementos, en el primer caso, o por las etapas prequirúrgicas, en el segundo. Finalmente, la pieza que propone la exploración de un sistema de producción lechera se desarrolla en un ámbito rural de grandes dimensiones y con diversos recorridos posibles, por lo que incluye orientaciones que van guiando a los estudiantes acerca de los pasos de interacción.

En la pieza desarrollada con RA, por su parte, los recorridos están pautados por su asociación con el espacio físico. Se propone a partir de determinadas pistas que invitan a los estudiantes a la búsqueda de elementos químicos, por ejemplo, átomos, para la construcción de moléculas. “Queríamos aprovechar la capacidad única de la RA para fusionar el mundo digital con el espacio físico”, comenta la productora multimedia. En este caso, la secuencia se configura orientada por las búsquedas que los estudiantes realizan y los elementos que van encontrando en el espacio físico de la facultad.

A través de estas determinaciones, se busca ofrecer a los estudiantes la posibilidad de tomar decisiones acerca del recorrido cuando esto es factible tanto tecnológicamente como desde el contenido abordado. Esta diversidad en la composición de recorridos refleja una reflexión más amplia sobre la naturaleza del aprendizaje y la producción de piezas inmersivas. Como concluye la coordinadora del proyecto: “Nos parece importante dislocar las linealidades únicas. Queremos que los estudiantes no solo aprendan contenidos, sino que también desarrollen habilidades de toma de decisiones y resolución de problemas”.

Condición de simulación

La simulación en el contexto de las tecnologías inmersivas representa un poderoso medio para acercar a los estudiantes a experiencias que de otro modo serían difíciles, costosas o incluso peligrosas de replicar en el mundo real. Sin embargo, el diseño de estas simulaciones plantea desafíos únicos en términos de fidelidad, retroalimentación y consecuencias de las acciones del usuario.

En las piezas en las que se simulan procedimientos de la práctica profesional se buscó que las derivaciones de las decisiones y acciones de los estudiantes en el entorno recreado fueran cercanas y emularan las consecuencias propias del accionar profesional. Así, una pedagoga del equipo reflexiona:

Nuestro objetivo principal al diseñar estas simulaciones fue crear un entorno donde los estudiantes pudieran vivenciar situaciones, interactuar con elementos, experimentar, cometer errores y aprender de ellos, sin las consecuencias del mundo real.

Una docente destaca este valor cuando manifiesta: “Destaco la libertad que este tipo de experiencias te da para realizar la actividad. Si te equivocás lo podés volver a intentar”. Un estudiante confirma esta apreciación expresando: “Lo principal es que tenemos mucha más libertad de probar con todo, sin tener miedo de romper las cosas ni nada, que eso es un problema muy común en el laboratorio”.

Para el caso de las piezas desarrolladas en RV, la condición de simulación se vio representada de diferentes maneras alcanzando su máxima expresión. El desarrollador de RV comenta sobre la pieza del laboratorio de microbiología: “Programamos las consecuencias de cada acción del estudiante. Si cometen un error en el procedimiento, las curvas bacterianas resultantes reflejarán ese error”. Esta aproximación plantea reflexiones sobre el papel del docente en el proceso de aprendizaje. Una tecnóloga educativa del equipo señala:

Esto no solo añade realismo, sino que también crea oportunidades de aprendizaje únicas. Y aunque la tecnología puede proporcionar retroalimentación inmediata, el análisis reflexivo con el equipo docente para identificar en qué momento del procedimiento se generó el error resulta crucial.

La pieza de análisis topográfico del relieve adopta un enfoque que considera esta posición al decidir no incluir una corrección automática, a fin de proponer un recorrido libre y en el que la interpretación se realiza en diálogo con los docentes.

Para las piezas desarrolladas en tecnología 360° y RA, se desarrolló un enfoque más estructurado en términos de retroalimentación. Una tecnóloga educativa reflexiona:

Aunque las interacciones en estas piezas son más cerradas, buscamos formas de hacer que las retroalimentaciones no solo indicaran el acierto o el error, sino que guiaran al estudiante hacia una comprensión más profunda.

La coordinadora del proyecto concluye:

La simulación en entornos inmersivos nos ofrece posibilidades para el aprendizaje experiencial. Sin embargo, también nos obliga a repensar nuestras estrategias didácticas. ¿Cómo balanceamos el realismo con la orientación? ¿Cómo aseguramos que los estudiantes no solo experimenten, sino que también reflexionen y aprendan de esas experiencias?

Esta reflexión revela la diversidad de decisiones al momento de diseñar experiencias de aprendizaje inmersivas y el desafío de pensar estrategias relevantes en cada situación.

Componentes narrativos y lúdicos

La integración de elementos narrativos y lúdicos en las piezas digitales inmersivas no solo busca capturar la atención de los estudiantes, sino también proporcionar un contexto y la conformación de situaciones relevantes. La directora del proyecto reflexiona: “La narrativa en estos entornos va más allá de contar una historia. Se trata de crear un mundo en el que los estudiantes puedan sumergirse y sentirse parte integral de la experiencia logrando un alto involucramiento”.

A fin de ofrecer la participación en escenas narrativas verosímiles, en la mayoría de estas piezas se invita a los estudiantes a desarrollar un rol profesional, recorrer espacios, identificar fenómenos, tomar decisiones, realizar procedimientos, resolver problemas, hacer cálculos, entre otros.

En cuanto a la dimensión lúdica, la incorporación de elementos de gamificación permite hacer visibles los avances a través de la obtención de puntos, la superación de niveles o la limitación de tiempo para resolver el desafío propuesto a través de consignas que los invitan a desafiarse a sí mismos. Sin embargo, el equipo es consciente de los desafíos que plantea este enfoque. Una tecnóloga educativa del equipo reflexiona:

Debemos ser cuidadosos para no caer en la trampa de la “gamificación superficial”. Cada elemento lúdico debe tener un propósito didáctico claro. No se trata solo de acumular puntos, sino de cómo estos puntos reflejan un progreso real de los estudiantes.

Al combinar la inmersión narrativa con elementos de gamificación cuidadosamente seleccionados, estas piezas buscan crear un entorno de aprendizaje rico y potente que pretende promover una comprensión experiencial del contenido abordado.

Alteración de condiciones de la realidad

La capacidad de alterar las condiciones de la realidad en entornos inmersivos representa una de las ventajas más significativas de estas tecnologías en el ámbito educativo. Estas alteraciones no son meros artificios técnicos, sino estrategias didácticas que cobran sentido para superar limitaciones del mundo físico y enriquecer las experiencias de aprendizaje. Un docente manifiesta: “La alteración de la realidad en estos entornos nos permite hacer visible lo invisible, manipular lo intangible y experimentar lo que parecería imposible”.

En varias de las piezas producidas se incluyen alteraciones de las condiciones de la realidad, lo cual en ocasiones tiene que ver con la motivación explícita por la cual los docentes eligieron abordar las temáticas propuestas. Por ejemplo, en el caso de las alteraciones temporales, como la capacidad de adelantar el tiempo en el laboratorio virtual, una estudiante que participó de la prueba piloto valora esta decisión expresando:

Durante la clase nosotros no podemos, por un tema de tiempos, realizar el procedimiento entero y acá, como es una realidad virtual, se pueden adelantar tiempos, se puede hacer inclusive un poco más rápido y los resultados se ven también en el momento, que eso está muy bueno también.

Otro ejemplo sobre las posibles alteraciones de las condiciones de realidad se manifiesta en la pieza de análisis topográfico que permite la teletransportación instantánea a través del terreno y posibilita a los estudiantes ubicarse en diferentes puntos del relieve en cuestión de segundos. En este sentido, una estudiante comenta: “La experiencia tecnológicamente hablando fue increíble, estar ahí en el lugar, ir viendo de más arriba, de más abajo, la situación cómo te vas moviendo”. Esta funcionalidad no solo supera las limitaciones físicas del mundo real, sino que también proporciona a los estudiantes múltiples perspectivas del terreno.

En otros casos, la alteración significa aislar y neutralizar algunas situaciones que implican determinados riesgos que existen en la realidad para que los estudiantes puedan concentrar la atención en los procedimientos o nociones a construir. Por ejemplo, en el laboratorio virtual, los instrumentos frágiles pierden su materialidad física, eliminando el riesgo de roturas. Por otra parte, la pieza de RA invierte este concepto: permite la manipulación digital de elementos químicos, naturalmente inmateriales, para la composición de moléculas. Así, los estudiantes pueden “tocar” y combinar átomos, haciendo tangible lo intangible.

Esta reflexión sobre la alteración de las condiciones de la realidad en entornos inmersivos revela tanto el potencial transformador como los desafíos didácticos de estas tecnologías. Al permitir experiencias que trascienden las limitaciones del mundo físico, estas piezas abren nuevas posibilidades para el aprendizaje y la comprensión profunda de conceptos complejos. Sin embargo, también plantean preguntas importantes sobre cómo equilibrar estas capacidades con la necesidad de preparar a los estudiantes para contextos reales en los que se despliegan las prácticas profesionales. Una pedagoga comenta:

Debemos ser cuidadosos de no crear una “realidad demasiado perfecta”. Los estudiantes necesitan entender que en el mundo real, las cosas no siempre funcionan de manera tan fluida. Es un delicado equilibrio entre facilitar el aprendizaje y mantener una conexión con la realidad práctica de cada disciplina.

Multisensorialidad

La dimensión multisensorial en las experiencias inmersivas ofrece oportunidades para enriquecer la experiencia de aprendizaje mediante la integración de múltiples estímulos sensoriales: visuales, sonoros, táctiles.

La estimulación visual se realizó a través de colores, tamaños, formas de representación y movimiento de las imágenes. Una tecnóloga educativa del equipo comenta:

En las piezas de realidad virtual, nos esforzamos por crear escenarios que sean lo más realistas posible. No solo de la fidelidad gráfica, sino de cómo el entorno responde a las acciones del usuario. En las piezas 360°, nuestro desafío fue capturar la esencia de los espacios reales de manera que los estudiantes se sientan verdaderamente presentes allí.

También este sentido está estimulado por la posibilidad de ver de manera continua una ampliación del escenario en el que se está inmerso, a partir de la relación que se establece entre la vista y el desplazamiento cuando se utiliza un visor de RV.

El aspecto auditivo juega un papel crucial en la orientación y retroalimentación. El estímulo sonoro está enfocado en ofrecer indicaciones (confirmaciones de resolución o alertas) y orientaciones (sentido direccional para avanzar hacia una próxima pantalla o retroceder para volver a leer una retroalimentación). En el caso de la pieza de RV “Curva de crecimiento bacteriana” hay un sonido adicional. Al ingresar a la inmersión se oye una voz dando la bienvenida al entorno y situando al usuario en el espacio del laboratorio.

La incorporación del sentido del tacto, a través de los controladores en RV y las pantallas táctiles en otras piezas, añade otra capa de sensorialidad. El sentido del tacto (inmersión háptica) está estimulado en las piezas de RV a través del uso de los *joysticks* de ambas manos, que posibilitan interactuar con el entorno. En estas piezas se ejemplifica en la posibilidad de seleccionar objetos para manipularlos, trasladarlos, abrirlos o cerrarlos, seleccionar opciones de menú, delimitar áreas, entre otras opciones. En las piezas 360° y RA, este sentido se ve estimulado por el contacto táctil con las pantallas o dispositivos móviles que posibilita recorrer un espacio, rotar una imagen, manipular elementos, seleccionar opciones o dar movimiento a los dispositivos móviles sobre una superficie para obtener información.

El equipo también reconoce las limitaciones actuales en la estimulación multisensorial. La coordinadora del proyecto reflexiona:

Aunque hemos avanzado mucho en la estimulación visual y auditiva, y en cierta medida táctil, aún estamos lejos de poder replicar completamente la riqueza sensorial del mundo real. Es un área de constante evolución y estamos atentos a las nuevas tecnologías que puedan enriquecer aún más estas experiencias.

La reflexión sobre la multisensorialidad en las piezas inmersivas revela el cuidadoso equilibrio entre la tecnología, el diseño y los sentidos didácticos.

6. Discusión: la enseñanza con tecnologías inmersivas en el Nivel Superior

Analizamos los sentidos didácticos de las piezas desarrolladas e identificamos cinco fundamentos clave para la implementación de propuestas con tecnologías inmersivas. Cabe mencionar que estos fundamentos surgen del estudio de las piezas trabajadas en este caso. Abordar otras necesidades educativas, campos de conocimiento o prácticas profesionales podría ampliar las claves aquí presentadas. Según este análisis, las piezas desarrolladas buscan posibilitar a sus estudiantes:

- » Acceder a ambientes de la práctica profesional.
- » Vivenciar situaciones de la práctica profesional.
- » Tomar decisiones propias del campo disciplinar.
- » Comprender fenómenos complejos.
- » Articular y contextualizar el conocimiento de la asignatura.

Acceder a ambientes de la práctica profesional

El acceso a ambientes y entornos de la práctica profesional tenía distintos propósitos en las asignaturas con las que se trabajó. En primer lugar, podemos destacar la importancia de familiarizar a los estudiantes con los escenarios en que se produce la práctica. Las piezas inmersivas facilitan la exploración de entornos que, por diversas razones, resultan inaccesibles en la formación. Estas razones incluyen el tamaño reducido de los espacios a visitar y la cantidad de estudiantes de las asignaturas, incompatibilidades horarias, riesgos potenciales para los estudiantes, requisitos de higiene estrictos, dificultades geográficas o incluso costos. Además, estas piezas buscan disminuir la incertidumbre o ansiedad que el desconocimiento de los entornos y materiales de la práctica profesional pueden generar en los estudiantes. Finalmente, también ofrecen la posibilidad de recorrerlos, transitarlos, en algunos casos alterando las condiciones reales y favoreciendo desplazamientos instantáneos o permitiendo el ingreso a lugares normalmente restringidos.

Vivenciar situaciones de la práctica profesional

La mayoría de las piezas desarrolladas permiten a los estudiantes experimentar situaciones de su futura práctica profesional. Esto facilita la visualización y análisis de fenómenos, así como la exploración y descubrimiento en primera persona. Los estudiantes participan en procesos del accionar profesional tal como ocurre en la realidad, adquiriendo conocimientos prácticos y viviendo experiencias verosímiles que se ponen a disposición para ser vividas y atravesadas. La recreación virtual de estas situaciones permite eliminar, como decisión didáctica, ciertas precauciones prácticas no esenciales para el desarrollo de habilidades específicas y enfocar el entrenamiento en condiciones seguras. En este sentido, la recreación de situaciones en algunas piezas ha buscado alterar determinadas condiciones para disminuir los riesgos durante la exploración o, en otros casos, acelerar el tiempo necesario para realizar una actividad.

Tomar decisiones propias del campo disciplinar

Algunas de las piezas creadas promueven la observación y el análisis de situaciones verosímiles de la práctica profesional e invitan, adicionalmente, a la resolución de actividades y a la toma de decisiones asociadas a dichas situaciones. Estas implican el desarrollo de habilidades y competencias profesionales, permitiendo a los estudiantes construir una comprensión profunda, crítica y contextualizada del fenómeno abordado, anticipar errores y visibilizar las consecuencias de las decisiones tomadas.

Comprender fenómenos complejos

Las tecnologías inmersivas facilitan la comprensión de fenómenos complejos de diversas maneras. Permiten visualizar objetos y procesos intangibles o invisibles, recreándolos digitalmente para su identificación, exploración desde múltiples perspectivas, manipulación e interacción. Históricamente, estos conocimientos se enseñaban mediante construcciones teóricas apoyadas en imágenes bidimensionales y maquetas. La inmersión en escenarios tridimensionales ofrece una experiencia más rica, permitiendo a los estudiantes explorar nuevas vías de acceso al conocimiento, simultáneamente sensoriales y experienciales.

Articular y contextualizar el conocimiento de la asignatura

Las propuestas desarrolladas favorecen integraciones y contextualizaciones diversas. Se integran saberes que en ocasiones se fragmentan entre teoría y práctica, por ejemplo, a través del reconocimiento de ciertas nociones conceptuales de las ciencias básicas en el accionar profesional. Por otro lado, se aproximan nociones teóricas a través de experiencias inmersivas, facilitando la comprensión de sus sentidos en contextos reales.

Algunas piezas también integran contenidos de varias asignaturas, haciendo visibles los lazos y sentidos que estos contenidos adquieren en un contexto más amplio y verosímil o real.

En este sentido y para concluir, es importante destacar que estas propuestas favorecen, cada una desde sus características, que los estudiantes puedan evidenciar los sentidos que los saberes que están construyendo poseen en los escenarios reales en que se despliegan. Esto evita la construcción de conocimientos fragmentados y abstractos y promueve la contextualización de esos saberes en construcción, en células de significado que le otorgan sentido.

7. Conclusiones

A lo largo de este estudio se analizaron el diseño y la producción de diversas piezas digitales inmersivas para la enseñanza en el nivel superior, en el marco del Estudio Citep de la Universidad de Buenos Aires. Fueron objetos del estudio, la integración de tecnologías inmersivas en la enseñanza, la exploración de sus potencialidades didácticas y la producción de piezas educativas innovadoras. También se analizaron los productos resultantes, múltiples piezas digitales inmersivas, cada una diseñada para abordar un componente específico de un campo de conocimiento, con una modalidad de producción iterativa e interdisciplinaria.

Se ha evidenciado que la incorporación de tecnologías inmersivas en la enseñanza superior no solo es factible, sino que también ofrece oportunidades significativas para transformar las prácticas educativas tradicionales. En este sentido, se han identificado cinco fundamentos pedagógicos clave que sustentan el desarrollo de propuestas inmersivas: el acceso a ambientes de la práctica profesional, la vivencia de situaciones profesionales reales, la toma de decisiones propias del campo disciplinar, la comprensión de fenómenos complejos y la articulación y contextualización del conocimiento. Estos fundamentos sustentan la creación de piezas que no solo transmiten información, sino que también facilitan la construcción de conocimientos contextualizados invitando a los estudiantes a participar en experiencias de aprendizaje que los impliquen de manera activa en ambientes y situaciones relevantes para su formación. Un aspecto destacable ha sido el acceso a locaciones y escenarios que son centrales para

cada campo disciplinar, pero que a menudo son difíciles o imposibles de acceder en la realidad. Esto ha ampliado significativamente las posibilidades de aprendizaje experiencial en diversas áreas del conocimiento. Aunque la implementación con estudiantes ha sido incipiente, las experiencias iniciales han proporcionado claves valiosas que requieren de un estudio más exhaustivo en el futuro.

El ciclo iterativo de diseño y producción ha permitido la construcción de códigos comunes entre diversos perfiles profesionales y ha facilitado el ajuste continuo de las piezas a las expectativas y necesidades identificadas. Este proceso incluyó una reflexión continua que integró elementos clave en el diseño de experiencias inmersivas: la selección de la tecnología apropiada para cada propuesta educativa, la recreación de escenarios relevantes, los niveles de interactividad, la composición de recorridos múltiples, la condición de simulación, los componentes narrativos y lúdicos, la alteración de condiciones de la realidad y la multisensorialidad.

La convocatoria para la producción de piezas digitales contó con un interés destacado de equipos de cátedras de microbiología, química, topografía, seguridad e higiene, salud pública, bases agrícolas para la producción animal y anestesiología. Surge el interés en explorar la integración de estas tecnologías en las ciencias sociales y humanidades en futuras convocatorias.

El estudio ha revelado la estrecha relación entre las decisiones de producción y las concepciones subyacentes sobre enseñanza y aprendizaje. El enfoque interdisciplinario implementado sugiere un potencial significativo para la adopción más amplia de estas tecnologías en la educación superior. Sin embargo, la cuestión de la escalabilidad emerge como un aspecto a considerar. Esto implica no solo la formación docente, sino también la necesidad de dispositivos adecuados y decisiones político-institucionales que promuevan la innovación a nivel universitario.

Bibliografía

- » Alaker, M.; Wynn, G. R. y Arulampalam, T. (2016). Virtual reality training in laparoscopic surgery: A systematic review & meta-analysis. *International journal of surgery*, 29: 85-94. doi: 10.1016/j.ijssu.2016.03.034
- » Bain, K. (2023). *Supersignaturas: El futuro de la enseñanza y del aprendizaje*. Valencia: Universitat de Valencia.
- » Berns, A.; Mota, J. M.; Ruiz-Rube, I. y Dodero, J. M. (2018). Exploring the potential of a 360° video application for foreign language learning. En García Peñalvo, F. J. (ed.). *TEEM'18: Proceedings of the Sixth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality*, pp. 776-780. Nueva York: Association for Computing Machinery. doi: 10.1145/3284179.3284309
- » Brown, T. (2009). *Change by Design: How Design Thinking Transforms Organizations and Inspires Innovation*. Nueva York: HarperBusiness.
- » Buji , M.; Salminen, M. y Hamari, J. (2023). Effects of Immersive Media on Emotion and Memory: An Experiment Comparing Article, 360-video, and Virtual Reality. *International Journal of Human-Computer Studies*, 179, Artículo 103118. doi: 10.1016/j.ijhcs.2023.103118
- » Dede, C. J. (2009). Immersive interfaces for Engagement and Learning. *Science*, 323(5910): 66-69. doi: 10.1126/science.1167311
- » Dede, C. J.; Jacobson, J. y Richards, J. (2017). Introduction: Virtual, Augmented, and Mixed Realities in Education. En Liu, D.; Dede, C.; Huang, R. y Richards, J. (eds.). *Virtual, Augmented, and Mixed Realities in Education*, pp. 1-16. Singapur: Springer. doi: 10.1007/978-981-10-5490-7_1
- » Feurstein, M. S. (2018). Towards an Integration of 360-DegreeVideo in Higher Education. En Schiffner, D. (ed.). *Proceedings of DeLFI Workshops 2018 co-located with 16th e-Learning Conference of the German Computer Society (DeLFI 2018)*, pp. 1-12. Frankfurt: CEUR Workshop Proceedings. Recuperado de: <https://research.wu.ac.at/en/publications/towards-an-integration-of-360-degree-video-in-higher-education-5>
- » Fokides, E.; Atsikpasi, P. y Arvaniti, P. A. (2021). Lessons learned from a project examining the learning outcomes and experiences in 360° videos. *Journal of Educational Studies and Multidisciplinary Approaches (JESMA)*, 1(1): 51-70. doi: 10.51383/jesma.2021.8
- » Freina, L. y Ott, M. (2015). A Literature Review on Immersive Virtual Reality in Education: State Of The Art and Perspectives. En Roceanu, I.; Moldoveanu, F.; Trausan-Matu, S.; Barbieru, D.; Beligan, D. y A. Ionita (eds.). *Rethinking education by leveraging the eLearning pillar of the Digital Agenda for Europe*, vol. 1. Proceedings of the 11th International Scientific Conference “eLearning and Software for Education”. Bucarest, 23-24/04, pp. 133-141. Bucarest: Carol I National Defence University Publishing House. doi: 10.12753/2066-026X-15-020
- » Lave, J. y Wenger, E. (1991). *Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- » Maggio, M. (2018). *Reinventar la clase en la universidad*. Buenos Aires: Paidós.
- » Milgram, P.; Takemura, H.; Utsumi, A.; Kishino, F. (2018). Augmented Reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum. En Proc. SPIE (2351). Telem manipulator and Telepresence Technologies, 1994. En Feurstein, M. S. *Towards an Integration of*

- 360-Degree Video in Higher Education. En Schiffner, D. (ed.). *Proceedings of DeLFI Workshops 2018 co-located with 16th e-Learning Conference of the German Computer Society (DeLFI 2018)*, pp. 1-12. CEUR Workshop Proceedings. Disponible en https://ceur-ws.org/Vol-2250/WS_VRAR_paper3.pdf
- » Morie, J. F. (2020). The Promises and Challenges of Immersive Education. En Morie, J. F. y McCallum, K. (eds.). *Handbook of Research on the Global Impacts and Roles of Immersive Media*, pp. 348-370. IGI Global. doi: 10.4018/978-1-7998-2433-6.ch017
 - » Murray, J. H. (2017). *Hamlet on the Holodeck: The Future of Narrative in Cyberspace* (ed. adaptada). Cambridge, Massachusetts: The MIT press.
 - » Pinto, L. (2014). Centros Universitarios de innovación: el caso CITEP. En Lipsman, M.; Mansur, A.; Roig, H.; Lion, C. y Maggio, M. (coords.). *Homenaje a Edith Litwin*, pp. 24-46. Buenos Aires: Eudeba.
 - » Ranieri, M.; Luzzi, D.; Cuomo, S. y Bruni, I. (2022). If and how do 360° videos fit into education settings? Results from a scoping review of empirical research. *Journal of Computer Assisted Learning*, 38(5): 1199-1219. doi: 10.1111/jcal.12683
 - » Rose, F. (2012). *The Art of Immersion: How the Digital Generation Is Remaking Hollywood, Madison Avenue, and the Way We Tell Stories*. Nueva York: W. W. Norton & Company.
 - » Ryan, M.-L. (2015). *Narrative as Virtual Reality 2: Revisiting Immersion and Interactivity in Literature and Electronic Media*. Baltimore, Maryland: Johns Hopkins University Press. Recuperado de: <https://www.scribd.com/document/381851001/Narrative-as-Virtual-Reality-2-Marie-Laure-Ryan>
 - » Snyder, M.; Kramer, S.; Lippe, D. y Sankar, S. (2023). Design and Implementation of 360-Degree Video Vignettes in Immersive Virtual Reality: A Quality Management in Higher Education Case. *The Qualitative Report*, 28(7): 2113-2155. doi: 10.46743/2160-3715/2023.6140
 - » Stake, R. E. (1999). *Investigación con estudio de casos*, 2ª ed. Madrid: Morata. Disponible en <https://www.uv.mx/rmipe/files/2017/02/Investigacion-con-estudios-de-caso.pdf>

Lucía Gladkoff

Especialista y Maestranda en Tecnología Educativa y Licenciada en Ciencias de la Educación, Universidad de Buenos Aires.

<https://orcid.org/0009-0006-4362-3242>

lgladkoff@uba.ar

Elsa Aubert

Licenciada en Educación, Universidad Nacional de Quilmes. Universidad de Buenos Aires.

<https://orcid.org/0009-0004-1951-2417>

elsa.aubert@uba.ar

Silvia Andreoli

Especialista y Magíster en Tecnología Educativa, Universidad de Buenos Aires.
Licenciada en Educación, Universidad Nacional de Quilmes.

<https://orcid.org/0009-0000-3891-1780>

sandreoli@uba.ar

María Eugenia González Ocampo

Licenciada en Comunicación Social y Profesora de Enseñanza Media y Superior en
Ciencias de la Comunicación Social, Universidad de Buenos Aires.

<https://orcid.org/0009-0009-1537-2433>

megonzalez@uba.ar

