



# Pizarras digitales y realidad virtual para el aprendizaje de dibujo en Arquitectura

Digital whiteboards and virtual reality for drawing learning in Architecture

Claudia González-Roldán\* , Sandra Valarezo-Jaramillo , Lorena Alvarado-Rodríguez 

<sup>1</sup> Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador.

\* Autor de correspondencia:  
[csgonzalez@utpl.edu.ec](mailto:csgonzalez@utpl.edu.ec)

**Recepción:** 13 – Marzo – 2023  
**Aprobación:** 08 – Junio – 2023  
**Publicación online:** 30 – Junio – 2023

Citación: González-Roldán, C., Valarezo-Jaramillo, S. y Alvarado-Rodríguez, L. (2023). Pizarras digitales y realidad virtual para el aprendizaje de dibujo en arquitectura *Maskana*, 14(1), 51 – 64.  
<https://doi.org/10.18537/mskn.14.01.04>

## Resumen:

En el contexto de la pandemia por Covid-19, la enseñanza universitaria asumió retos vinculados con el compromiso del alumnado en su formación y la mejora de las técnicas docentes a través de recursos tecnológicos. Este escrito presenta la experiencia de la aplicación de la realidad virtual y pizarras digitales en el aprendizaje de dibujo en Arquitectura, enfocado en el trabajo colaborativo que combinó la práctica virtual del diseño con la visualización e ideación de objetos. La metodología se basó en tres fases que articularon actividades teóricas, prácticas y de aprendizaje colaborativo. Los resultados refirieron a la percepción estudiantil respecto a la aplicación de herramientas digitales en su aprendizaje, así como la perspectiva docente frente a la experiencia, tanto académica como experiencial. La práctica evidenció las ventajas de utilizar recursos digitales que facilitaron procesos de retroalimentación oportuna y coevaluación, cumpliendo los objetivos y fortaleciendo las competencias de aprendizaje.

**Palabras clave:** aprendizaje en línea, dibujo, enseñanza de la arquitectura, pizarras digitales, realidad virtual.

## Abstract:

In the context of the Covid-19 pandemic, university education took on challenges concerning to the commitment of the students to their schooling and the improvement of teaching techniques through technological resources. This paper presents the results of the application of virtual reality and digital boards in drawing learning for Architecture, focused on collaborative work that combined the virtual practice of design with the visualization and ideation of objects. The methodology was based on three phases that articulated theoretical, practical and collaborative learning activities. The results showed the student's perception regarding the application of digital tools in their learning, as well as the teaching perspective about it, both academic and experiential. The practice showed the advantages of using digital resources that facilitated timely feedback and co-evaluation processes, accomplishing the objectives and strengthening the learning skills.

**Keywords:** architecture education, drawing, digital boards, electronic learning, virtual reality.



## 1. Introducción

En el campo de la educación, la pandemia por Covid-19 afectó a muchos sectores, especialmente a la enseñanza universitaria, donde los retos tecnológicos, pedagógicos y de competencias se vieron profundizados por la no presencialidad (Ordorika, 2020). Para el caso de la arquitectura, la docencia de asignaturas prácticas, como el diseño y el dibujo, conlleva una continua interacción entre profesor y estudiante en el proceso de aprendizaje, lo que implica necesariamente entornos presenciales. No obstante, como indican Escoda et al., “las acciones globales frente al COVID-19, nos han llevado a buscar otros sistemas y otras herramientas para no desvirtuar la enseñanza de estas materias y poder mantener una relación estrecha con los alumnos, en este caso online” (2020, p. 599). De hecho, con el objetivo de responder adecuadamente a las nuevas circunstancias y necesidades educativas, en las que predomine una metodología docente innovadora y los objetivos pedagógicos frente a las soluciones tecnológicas, se han buscado sistemas y herramientas online que apoyen la enseñanza de materias como el dibujo.

El dibujo es el medio de comunicación visual de la arquitectura, es un fundamento básico que permite dar a conocer ideas, estrategias o simplemente trazar en una superficie objetos existentes en el espacio (Bertero, 2022). Es preciso aplicar diferentes procedimientos y técnicas de expresión para que sea un lenguaje universal propio del arquitecto en formación y del profesional; por lo tanto, la enseñanza y aprendizaje guiado es indispensable. Una de las aplicaciones del dibujo es la documental, es decir, aquel dibujo que se realiza tomando como base la realidad y representando los elementos tal como se los observa, conocido en el arte como dibujo del natural (Sainz, 1990). Es la representación figurativa de las ideas que permite una comunicación clara e imaginativa (Gresa et al., 2022). Este es la base para la ideación, al favorecer el desarrollo de habilidades de representación a escala y proporcionalidad.

La formación inicial del arquitecto requiere el desarrollo de habilidades multidimensionales que incluyen, además de la imaginación, la habilidad espacial. Desde una perspectiva arquitectónica, esta se define como la destreza de manipulación mental requerida para realizar procesos como la rotación mental de objetos, la comprensión de cómo aparecen los objetos en diferentes posiciones y la conceptualización de cómo los objetos se relacionan entre sí en el espacio (Darwish et al., 2023). Al tiempo, el

estudiante demanda de un profundo conocimiento del dibujo de formas, texturas, proporción y espacio que, desafortunadamente, son habilidades complejas de adquirir en contextos teóricos, siendo una forma idónea el experimentar en tres dimensiones mediante la *visita de edificios* para generar los dibujos. Es así que, en la actualidad, el uso de las nuevas tecnologías de la información como medio de enseñanza es una necesidad (Sierra et al., 2016). En el campo de la arquitectura, es evidente que la tecnología es un soporte para la representación, adaptándose a las aplicaciones de la realidad virtual. En el ámbito universitario, esta tecnología se ha extendido con mayor facilidad, ya que resulta una herramienta que logra inclusión, sobre todo cuando se refiere a la transmisión de información a distancia (Díaz-López et al., 2020).

La realidad virtual (RV), como vivencia de un espacio tridimensional, gracias a la interacción directa del usuario con un ambiente virtual, aporta con material 3D cuya mayor ventaja es la accesibilidad de información para la formación del arquitecto (Dorta, 1999) y favorece a la transferencia de información desde la representación arquitectónica hasta el diseño de los espacios, acercándose a la mayor realidad posible (Wagemann y Martínez, 2022). Su uso ofrece un gran potencial para el aprendizaje y puede ser aplicada en la enseñanza de varios conceptos y aspectos de la arquitectura, ya que, junto a las estrategias didácticas adecuadas, ha demostrado generar gran apropiación por parte de estudiantes y docentes en educación superior (Matome y Jantjies, 2019). Por su parte, la realidad aumentada (RA) sugiere procesos de inmersión y relación con objetos en términos de efectos visuales y uso de ciertos instrumentos de hardware que permiten caminar y usar todo el cuerpo para experimentar los espacios (Álvarez et al., 2016). La RV no requiere dispositivos complementarios como lentes o visores, lo que facilita su accesibilidad. No obstante, la revisión bibliográfica muestra que tanto la RA como la RV tienen un impacto positivo en el compromiso de los estudiantes, vinculado con la introducción de una nueva tecnología en las clases, siendo uno de los retos el lograr mantener dicho compromiso y desempeño durante todas las sesiones de planificación de actividades (Nesenbergs et al., 2021).

La realidad virtual se vincula con ventajas pedagógicas en el nivel de compromiso, promover el autoaprendizaje, permitir el aprendizaje multisensorial, mejorar la capacidad espacial, la confianza y el disfrute, promover la tecnología centrada en el estudiante, la

combinación de objetos virtuales y reales en un escenario real y la disminución de la carga cognitiva (Papanastasiou et al., 2019). Además, Kharvari y Kaiser (2022) muestran los beneficios particulares de la realidad virtual en la educación del diseño, agrupados en cuatro categorías: generales, de utilidad, de promoción de la reflexión y potencialidades respecto a los entornos no inmersivos. Entre ellas destacan el incremento de motivación, mejores productos de diseño, desarrollo de percepción espacial y pensamiento crítico. En la misma línea, Abu y Freewan (2017) argumentan que la realidad virtual mejora la percepción espacial, el proceso de diseño y el diseño en sí mismo; de esta manera, genera cambios en la forma de pensar en el diseño arquitectónico. Por su parte, Wagemann y Martínez (2022) señalan que la visualización constante de los modelos en 3D que aporta la realidad virtual mejora la comprensión del objeto de estudio para los estudiantes de arquitectura, dada la facilidad de recorrerlo virtualmente en diferentes momentos, y cuantas veces sean necesarias. Estas investigaciones dan cuenta de diversas experiencias exitosas de la aplicación de realidad virtual en entornos universitarios vinculados con la arquitectura. En consecuencia, si se emplea la tecnología de RV en la educación arquitectónica se apunta a la mejora del rendimiento de los estudiantes, se transfiere de una metodología centrada en el profesor a una centrada en el estudiante, se alcanza elevados niveles de motivación en el aprendizaje y puede ser fácilmente adaptada a distintos cursos del currículo formativo (Bashabsheh et al., 2019).

Bajo este contexto, el estudiante tiene un papel cada vez más activo en el proceso de enseñanza. Actualmente, el concepto de colaboración es la piedra angular de la educación, y el aprendizaje colaborativo es una característica clave del proceso educativo moderno. Seralidou y Douligeris (2015) sostienen que el aprendizaje colaborativo proporciona una forma mucho más fácil para la adquisición colectiva de conocimientos, en comparación con el aprendizaje individual. El aprendizaje colaborativo tiene gran potencial en el campo de la educación superior al promover la construcción conjunta de conocimientos, así como el desarrollo de habilidades relacionadas con la interacción que conllevan procesos de aprendizaje más esenciales (Herrera-Pavo, 2021). En la actualidad, diversas tecnologías digitales promueven el aprendizaje colaborativo, conectando a los estudiantes a través del espacio y el tiempo, y guiando los procesos mediante discusiones síncronas y asíncronas

que enriquecen la construcción de conocimiento (Wang y Shen, 2023).

Una de las herramientas digitales que apoya a los procesos de aprendizaje activo y participativo es el mural o pizarra colaborativa (Esteve y Armenta, 2018). La efectividad de la herramienta se validó al apoyar el aprendizaje colaborativo durante la pandemia (COVID-19), período en el que la educación se desarrolló 100% en línea (Tanaiutchwoot, 2022). Entre otros beneficios, complementa el diseño pedagógico que facilita la retroalimentación de los estudiantes y orienta los cambios; a diferencia de las evaluaciones tradicionales que, a menudo, brindan la única oportunidad para la retroalimentación al final del proceso. Así, se incentivan las colaboraciones académicas y las asociaciones recíprocas desarrolladas a partir de diferentes, pero útiles comentarios que contribuyen a dar forma a la enseñanza y el aprendizaje entre pares (Settingington et al., 2023). En este sentido, Padlet es un recurso ampliamente empleado para la enseñanza en todos los niveles educativos; es una plataforma digital que permite crear murales colaborativos en la que profesores y estudiantes pueden trabajar al mismo tiempo dentro de un mismo entorno. Padlet, como una herramienta digital versátil, incentiva la colaboración dentro de un equipo. Es decir; activa la comunicación y reflexión entre los estudiantes. Además de ser un espacio para el diálogo, promueve el aprendizaje y el trabajo de los estudiantes al ser llamativa e innovadora (Sevilla-Rodríguez y Castro-Salazar, 2021).

La herramienta incentiva el aprendizaje colaborativo mediante la inserción de recursos (archivos, imágenes, audios, entre otros), los cuales son compartidos en el muro digital y se encuentran disponibles para ser consultados en cualquier momento. El docente actúa como guía mientras el estudiante construye su conocimiento con la interacción de las ideas de los participantes y el fortalecimiento del trabajo grupal a través de estrategias metodológicas, desarrollando destrezas digitales que promueven el aprendizaje significativo (Giler-Loor et al., 2020). Por lo tanto, realizar las actividades académicas utilizando recursos tecnológicos como Padlet, que apoyen el proceso educativo, crea un entorno positivo en el que el estudiante se siente motivado y adquiere aprendizajes con mayor facilidad. Asimismo, la posibilidad de difundir las actividades generadas en las aulas de clase fortalece el proceso de enseñanza colaborativa, motivando a que los estudiantes continúen en el camino de la publicación de información

académica y científica en su vida profesional (Delgado-Ramírez et al., 2022).

Padlet ha sido ampliamente aplicada con resultados positivos para la enseñanza aprendizaje en múltiples áreas, como la estadística, enfermería, inglés, química, redacción de ensayos, etc. (Arimuliani et al., 2022; Sætra, 2021; Andrews et al., 2020). En la enseñanza del dibujo en arquitectura es un campo poco investigado. En este escrito se exploran los resultados del uso de la herramienta en las etapas de retroalimentación, autoevaluación y coevaluación de las prácticas de dibujo desarrolladas por los estudiantes. En este sentido, la experiencia busca perfeccionar el proceso de enseñanza del dibujo en arquitectura a través del uso de herramientas digitales de trabajo colaborativo y de aprendizaje que combinan la experiencia virtual y tridimensional del diseño con la visualización e ideación real de los objetos. De esta forma, se vincula la práctica con el componente Dibujo e Ideación cuya competencia se relaciona con comunicar, mediante herramientas gráficas y volumétricas, la idea del proyecto en todas sus dimensiones con un nivel de detalle acorde a las necesidades del diseño.

## 2. Materiales y métodos

El componente de Dibujo e Ideación es dictado en el primer ciclo de la carrera de Arquitectura de la Universidad Técnica Particular de Loja, organizado en dos bimestres de actividades académicas. Su plan docente señala la importancia dentro de la malla curricular, dada por el desarrollo de habilidades para plasmar en el papel las primeras ideas de diseño, como base de todas las artes visuales; de ahí surge una de las primeras condicionantes de la práctica: no se vincula únicamente con el requisito de aprender a dibujar lo que se observa. Además, inicia con esbozos de diseño. De esta manera, el profesional en formación conoce que el dibujo es la base fundamental de su profesión al ser el medio de comunicación de sus ideas y proyectos.

Para la experiencia, que ocurre en el contexto de la pandemia por COVID-19, cuando las actividades académicas se desarrollan de forma virtual y en línea, se vinculan a los ejercicios práctico - experimentales previstos del componente Dibujo e Ideación, definidos como aquellos en los que el alumno aplica lo aprendido en clase. Para el desarrollo de competencias, la metodología se basa en el uso de herramientas de realidad virtual (roundme.com / Google Maps), como plataformas de libre acceso resultado de ciencia

ciudadana, referida al esfuerzo investigativo, colectivo y participativo (por ejemplo, recopilación de datos) por parte de actores que no necesariamente desempeñan actividades académicas y que contribuye a generar conocimiento científico (Wang y Shen, 2023). Al tiempo, para fomentar el aprendizaje colaborativo se incorpora la pizarra digital Padlet, que permite generar comentarios, valoraciones y añadir archivos e imágenes con facilidad, lo que promueve la retroalimentación grupal efectiva y consolida el proceso de enseñanza (Padlet, s.f.).

Con respecto a los participantes, se vinculan tres docentes a tiempo completo de la Universidad y cuatro paralelos del componente Dibujo e Ideación, de 14, 13, 14 y 13 estudiantes cada uno. Para el desarrollo de las experiencias se consideran los siguientes materiales y herramientas:

- Principales fuentes de realidad virtual: plataformas de internet de libre acceso: roundme.com y Google Maps.
- Plataforma digital Padlet para crear pizarras colaborativas: padlet.com
- Equipo tecnológico de cada estudiante: computadora y/o celular.
- Material de dibujo: lápices, marcadores, pinturas, hojas de papel, tablero.
- Plataforma zoom para las conexiones sincrónicas.
- Formularios digitales para evaluación de la experiencia.

El diseño metodológico reconoce que, si bien es un componente práctico, para lograr el perfeccionamiento de habilidades clase a clase, es preciso tener un fundamento teórico; de ahí que se requiere combinar teoría, práctica y aprendizaje colaborativo. Con esta base, se establecen tres fases explicadas a continuación:

### *Fase 1. Explicación de la metodología de trabajo.*

En la primera sesión de clases del ciclo académico, junto con la presentación del plan de estudios se explica la metodología de trabajo, mostrando las características generales de la realidad virtual en arquitectura y la pizarra digital a utilizar. En la sesión de práctica y experimentación, los estudiantes prueban las fuentes de realidad virtual con las que se trabajará: roundme.com y Google Maps; y Padlet como pizarra digital. La selección de las mismas responde a la facilidad de utilización para los estudiantes y su libre acceso.

*Fase 2. Aplicación de las herramientas en las sesiones de aprendizaje práctico – experimental con los estudiantes.*

A partir de la segunda sesión del primer bimestre, se planifican los enlaces de las plataformas web que relacionan las temáticas de estudio con las actividades de aprendizaje práctico – experimental de los estudiantes. Es así que las jornadas se dividen en tres momentos, acorde a los tipos de actividad de aprendizaje del componente:

- Explicación teórica de la temática semanal. Cada docente presenta los contenidos previstos para la semana y ejemplos gráficos que guían al estudiante hacia los objetivos que se buscan alcanzar. Esto ocurre en el periodo destinado a las actividades de aprendizaje en contacto con el docente, con una duración aproximada de 45 minutos de conexión a través de plataforma zoom.
- Planteamiento y resolución de la práctica. Cada docente explica el ejercicio, comparte la pantalla de su computadora y guía los primeros pasos de lo que se espera lograr, acorde al tema tratado en clase. Cada semana se tiene una fuente de realidad virtual diferente, según las competencias específicas de trabajo; los enlaces son publicados en el Entorno Virtual de Aprendizaje (EVA), conformando un repositorio de obras arquitectónicas de consulta. Enseguida los estudiantes inician el dibujo; tienen la oportunidad de compartir su pantalla, generar vistas temporales en sus computadoras y recibir la retroalimentación que sea necesaria antes de realizar los primeros trazos. La sesión se mantiene activa al menos por 60 minutos, como actividad de aprendizaje práctico-experimental.
- Consolidación de aprendizaje. Una vez concluido el ejercicio, el estudiante coloca la fotografía de su dibujo en la pizarra digital Padlet. Todos los compañeros pueden observar los resultados finales semanalmente, permitiendo evidenciar, de forma paulatina, la mejora de habilidades en el dibujo, buscando procesos de retroalimentación y aprendizaje colectivo. Como actividad de tutoría, cada docente realiza la retroalimentación de los trabajos recibidos, a través de los comentarios, valoraciones y calificaciones que ofrece la herramienta digital. Este proceso se genera también como coevaluación y autoevaluación para motivar la participación

activa de los estudiantes, identificando los mejores resultados semanales. Se destina aproximadamente 30 minutos para ello.

Esta fase se desarrolla en cuatro semanas de trabajo del primer bimestre y en cuatro del segundo bimestre, acorde a las competencias declaradas el plan de estudios. Es preciso indicar que todas las sesiones ocurren a través de la plataforma Zoom, una vez por semana, acogiendo el horario de clases planificado.

*Fase 3. Evaluación de la experiencia.*

Esta fase hace referencia a la evaluación de la experiencia de aplicación de la realidad virtual y pizarras digitales en el aprendizaje del dibujo en arquitectura, teniendo las dos visiones, de los estudiantes y de las docentes. Para los estudiantes, se envía el enlace de un formulario digital que busca recibir sus percepciones de la experiencia; mientras que para las docentes corresponde el análisis del desempeño académico con respecto al periodo académico anterior, así como su valoración personal de la innovación.

El instrumento de recolección de datos estudiantiles corresponde a un cuestionario ad-hoc que comprende 11 preguntas cerradas (2 dicotómicas, 2 politómicas, 1 de respuesta múltiple, 2 de orden jerárquico y 4 de escala Likert a 10 niveles) y 1 pregunta abierta. Las preguntas pre-elaboradas buscaron recoger información acerca del uso de la herramienta Padlet, los beneficios encontrados, las posibles mejoras a considerar y la apreciación frente al proceso de intervención.

### **3. Resultados**

En la práctica se utilizaron principalmente las fuentes de realidad virtual roundme.com y Google Maps. Se logró que los estudiantes se ubiquen virtualmente en diversos espacios arquitectónicos, decidiendo qué elementos mostrar a través de su dibujo, qué técnica emplear para su correcta representación y las mejores opciones de encuadre para ello; de esta forma, se cumplieron los objetivos de aprendizaje del componente. Con base en el plan docente, se planificaron los sitios web que faciliten el trabajo de realidad virtual y que respondan a los contenidos a trabajar. La Figura 1 muestra una de las prácticas realizadas por los estudiantes, quienes, a partir de la exploración de la realidad virtual, plasman la obra arquitectónica y cumplen con el objetivo de



**Figura 1:** Práctica de ambientación natural - Dibujo e Ideación  
**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 2:** Práctica de figura humana - Dibujo e Ideación  
**Fuente:** Elaboración propia

aprendizaje de la clase: ambientar el paisaje con elementos afines y realizar una composición arquitectónica coherente.

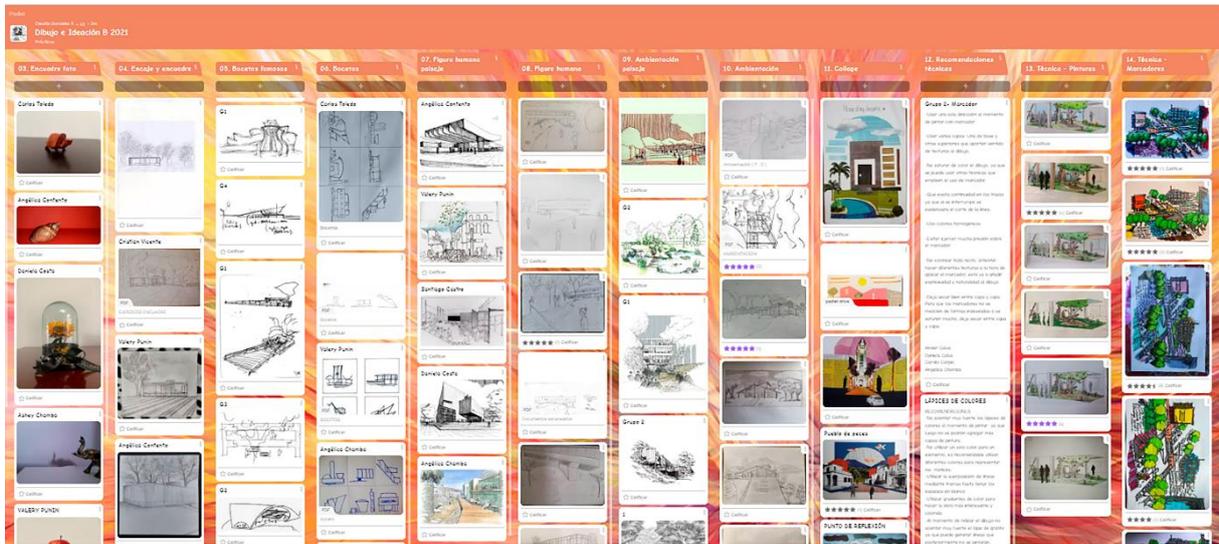
Resulta interesante evidenciar que las producciones individuales de los estudiantes difieren entre sí. Es decir, que el uso de la realidad virtual permite al alumno seleccionar distintas perspectivas y generar diversas composiciones del objeto en estudio desde la exploración y comprensión propia del espacio,

fortaleciendo aquellas capacidades formativas de la arquitectura. Es así que la práctica se robustece con el reconocimiento tridimensional de la obra, la búsqueda del encuadre, la creación de la composición y el detalle del dibujo. Como se indica en la Figura 2, un ejercicio de dibujo de la figura humana que partió de una base de realidad virtual, tuvo como resultado tres paisajes diferentes que cumplen la asignación docente en número de monigotes;

no obstante, se resuelve en distintos escenarios, tanto externos como internos.

Con los resultados semanales, a través de Padlet se conformó una base digital de ejercicios realizados, de forma que los estudiantes tienen acceso ilimitado a sus trabajos y a los de sus compañeros (Figura 3). Al tiempo, permite la retroalimentación en línea por parte de las docentes y la identificación de aciertos y desaciertos, motivando a los estudiantes a la mejora continua de sus habilidades. Al tener resultados y producciones diversas, se enfatiza el aprendizaje colaborativo.

Al posibilitar la publicación continua de los resultados obtenidos, las pizarras digitales incentivaron procesos de autoevaluación, coevaluación y aprendizaje colectivo, ya que permitieron observar los dibujos logrados de forma síncrona, facilitando la retroalimentación en conjunto y la consolidación de las competencias en dibujo. A lo largo del curso se crearon diferentes pizarras mediante la plataforma Padlet; tal como se muestra en la Figura 4, se conformó un espacio para la coevaluación cualitativa entre compañeros, señalando los mejores resultados con el uso de estrellas.



**Figura 3:** Padlet como espacio de retroalimentación  
**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 4:** Padlet como espacio de coevaluación cualitativa  
**Fuente:** Elaboración propia

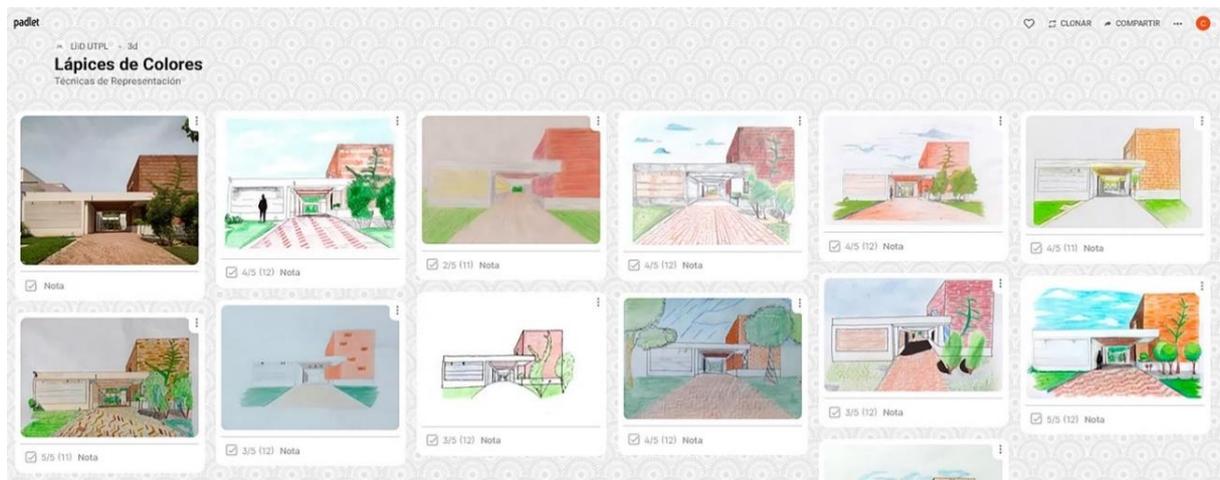
A la vez, como se indica en la Figura 5, Padlet se estableció como un espacio para la coevaluación cuantitativa entre estudiantes, pudiendo valorar los trabajos de sus pares mediante calificaciones que van del 0 al 5. Para este caso, tanto las imágenes como las calificaciones son registradas de forma anónima, buscando un proceso imparcial para todos los participantes.

Finalmente, con el propósito de analizar la percepción de los estudiantes con respecto a la experiencia, se plantea el cuestionario en la última semana del periodo académico dirigido a los cuatro paralelos del componente Dibujo e Ideación, obteniendo 54 respuestas; es decir, la totalidad de estudiantes matriculados enviaron sus percepciones de la experiencia. El 54% de participantes fueron de género masculino y el 46% de género femenino. La distribución de estudiantes por paralelo fue equitativa.

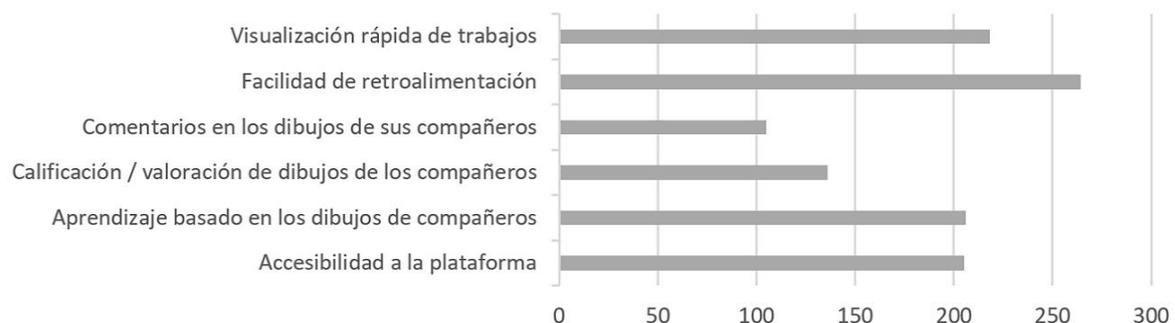
Como primer resultado se estableció que el 69% de estudiantes había utilizado la plataforma Padlet en otras asignaturas, mientras que el 31% no lo había aplicado; es decir, la mayoría de los alumnos sí tuvo conocimientos previos sobre el uso de la herramienta.

Además, sobre su frecuencia de uso para visualización de los dibujos en el componente Dibujo e Ideación, el 61% de estudiantes indicó haber accedido al Padlet entre 1-2 veces semanalmente; el 37% ingresó entre 3-4 veces y solo una persona lo accedió más de 5 veces a la semana. Se evidenció que el 100% de estudiantes utilizaba regularmente el Padlet como herramienta de aprendizaje vinculada al componente.

La Figura 6 destaca los resultados de la percepción estudiantil con respecto a la jerarquización de los beneficios del Padlet. A partir de la suma de valores obtenidos por cada opción de respuesta, el mayor beneficio identificado es la facilidad de retroalimentación que el Padlet permite, seguido por la visualización rápida de trabajos y, en similitud de resultados, mejorar el aprendizaje basado en los dibujos de compañeros y la gran accesibilidad a la plataforma. Las opciones de calificación o valoración de los compañeros, y admitir comentarios en los dibujos, son las menos estimadas.



**Figura 5:** Padlet como espacio de coevaluación cuantitativa  
**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 6:** Jerarquización estudiantil de los beneficios del Padlet  
**Fuente:** Elaboración propia

Bajo la escala de Likert, que gradúa Muy Alto, Alto, Medio, Bajo y Muy Bajo, se definen algunos resultados de percepción:

- El 74% de estudiantes señaló que las calificaciones o valoraciones que los compañeros realizaron a sus dibujos en el Padlet fueron de muy alta utilidad para su aprendizaje; el 23% indicó que fueron de alta utilidad; mientras que el 4% (2 personas) respondió que fue útil y poco útil.
- El 72% de estudiantes mencionaron que Padlet fue de muy alta importancia para su aprendizaje de dibujo; el 26% indicó que fue de alta importancia; mientras que el 2% (1 persona) respondió que fue importante. Nadie respondió niveles más bajos de poca o muy poca importancia.
- El 73% de estudiantes respondieron que Padlet serviría en muy alto grado para su aprendizaje de otras asignaturas; el 23% señaló que serviría en alto grado; el 4% expuso que serviría de cierta forma; mientras que 1 persona indicó que serviría en poco grado. Nadie respondió que sería en muy poco grado.

En correspondencia con el último resultado, las asignaturas con las que más relacionaron el uso del Padlet con ventajas para su aprendizaje son Diseño y Dibujo, seguido por Construcciones, quedando de lado Historia y Cálculo; por tanto, se evidencia la relación con componentes prácticos. También identificaron al uso de la realidad virtual como el medio que les permitió comprender con mayor facilidad los elementos de la perspectiva en el dibujo, en comparación con el uso de fotografías y la visita a espacios reales interiores y exteriores no guiada (condición dada por la pandemia).

Sobre las recomendaciones para mejorar el uso y aprendizaje del dibujo mediante pizarras digitales, se destacaron 1) la necesidad de mantener el uso frecuente de la herramienta, de forma que se registren todos los trabajos realizados por los estudiantes, incluyendo las actividades autónomas. 2) En relación al uso, propusieron establecer parámetros para el registro de los trabajos, como la orientación, brillo, tamaño, tal que facilite la uniforme visualización de las imágenes y organización de las actividades de retroalimentación. 3) Otra recomendación refirió a considerar la coevaluación estudiantil como porcentaje de calificación de la asignatura. 4) Además, se planteó que otros componentes académicos utilicen el Padlet, ya que se percibe como una herramienta muy útil para el aprendizaje y para

recibir comentarios de los trabajos de forma rápida y eficiente, pudiendo mejorar el desempeño a tiempo. Es importante mencionar que se recibieron varias respuestas indicando que no existen recomendaciones, dado que no tuvieron inconvenientes con su uso y les pareció que su aplicación en la asignatura fue adecuada.

Finalmente, el 96% de estudiantes afirmó estar satisfecho con su aprendizaje de dibujo a través de las herramientas digitales en entornos virtuales en un muy alto nivel; una persona responde estar satisfecho en un alto nivel y otra señala estar satisfecha. Nadie responde niveles menores, de baja o muy baja satisfacción con su aprendizaje, siendo resultados favorables para la práctica.

#### 4. Discusión

La presente innovación docente da cuenta del valor del dibujo en la realización de interpretaciones de arquitectura a través de imágenes que resultan de un recorrido por espacios, ya sean físicos o imaginados (Durán, 2020). En ese sentido, se reconoce que “el dibujo es un recurso privilegiado para los procesos creativos donde se patenta la acción inventiva [...], que se constituye en la acción central y la esencia para la producción en la arquitectura” (Bohórquez-Rueda et al., 2019, p. 116). Para esta experiencia se conjugan las competencias académicas que los estudiantes deben adquirir con el uso de realidad virtual y pizarras digitales para el aprendizaje del dibujo en arquitectura.

Si bien en el ámbito educativo existieron diversos retos impuestos por la pandemia, investigaciones llevan a afirmar que los entornos virtuales puestos en práctica bajo este escenario favorecieron “la implementación de recursos variados que responden a las múltiples necesidades y estilos de aprendizaje a partir de la utilización de diversas formas de aprendizaje interactivo que permite lograr la autonomía y trabajo colaborativo” (Tananta, 2021, p. 13965). En correspondencia con López et al. (2021) las herramientas digitales por sí solas no son la respuesta ante escenarios evolutivos o complejos de la educación, como ocurrió durante la pandemia, sino el diseño de contenidos y estrategias que ubiquen al estudiante como actor principal de su formación. Bajo estas consideraciones, la práctica ha permitido establecer diversos resultados, que se vinculan con las tres aristas principales de su implementación: la perspectiva de los estudiantes frente a la experiencia, la visión

como maestras con respecto a la participación del alumnado en clases y los resultados académicos finales y, los retos y aprendizajes que se desprenden de la experiencia docente.

Desde la perspectiva de los estudiantes, se califica como favorable la innovación docente debido a las múltiples ventajas asociadas al uso de herramientas tecnológicas con la enseñanza del dibujo, tanto de las pizarras digitales como de la realidad virtual. Padlet ha destacado por la facilidad de retroalimentación que ofrece, pudiendo visualizar los trabajos de los compañeros de forma síncrona, lo que se reconoce como aporte para el proceso de aprendizaje y consolidación de conocimientos. Se indica, además, que los beneficios de accesibilidad y valoración de trabajos de forma cualitativa y cuantitativa dan cuenta del valor positivo que podría tener la herramienta en el aprendizaje de otras asignaturas, evidenciando el alto nivel de replicabilidad de la práctica. No obstante, es valioso profundizar en la posibilidad de considerar las calificaciones de coevaluación estudiantil en el desempeño académico final.

Por otro lado, la realidad virtual ha posibilitado observar contextos reales de trabajo, comprendiendo de mejor manera lo que se debe dibujar y percibiendo con mayor facilidad los elementos de la perspectiva para la realización de los dibujos, es decir, para el desarrollo de sus competencias; con ello se logra entender con destreza la relación de un espacio con el entorno, lo que favorece el aprendizaje. Esto reafirma que, en los últimos años, la realidad virtual en el campo de la educación ha logrado un gran reconocimiento (Panerai et al., 2018), dado principalmente por la motivación de aprendizaje, el disfrute que los estudiantes perciben al utilizarla, así como por la mejora en la comprensión de los contenidos, de la creatividad y del rendimiento académico (Campos et al., 2020). Experiencias previas de enseñanza de dibujo a través de RV, incluso en nivel de bachillerato, dan cuenta de la mejora del alumnado en la comprensión de la perspectiva desde la interacción con la tecnología digital (González-Pérez y Mesías-Lema, 2023). Es así que la respuesta estudiantil que ubica el 96% en un muy alto grado de satisfacción con su aprendizaje de dibujo a través de las herramientas digitales en entornos virtuales demuestra el éxito de la práctica desde su percepción.

Desde la perspectiva de las profesoras, con respecto a la participación de los estudiantes en clases y los resultados académicos finales en la

práctica, el uso de las herramientas Padlet y realidad virtual resultan efectivas. Esto se evidencia en el favorable cumplimiento de actividades de experimentación (logrando un cumplimiento del 100% de las tareas asignadas en ambos bimestres, correspondiente a un 3.7% de mejora en el cumplimiento de actividades con respecto al ciclo académico anterior). Por otro lado, con respecto al desempeño académico, se observa un incremento de los valores en experimentación en comparación con los resultados logrados en clases presenciales hace dos ciclos académicos (7.6 / 10), mientras que se mantienen cercanos a aquellos logrados en clases virtuales en el ciclo académico previo (8.4 / 10) cuando se aplicó la misma metodología de clase. En la Tabla 1 se observa el desempeño académico en los dos bimestres durante la experiencia actual, teniendo un desempeño promedio de 8.3 / 10. Es preciso indicar que, en las prácticas previas, participaron únicamente dos cursos de estudiantes (39 personas), teniendo al presente 54.

Como experiencia docente, la aplicación de herramientas digitales resulta positiva, ya que favorece a la generación de ambientes más activos y creativos en una clase de dibujo en modalidad en línea, lo que facilita la comprensión de los contenidos teóricos a trabajar y los resultados esperados. La práctica pone en evidencia que las pizarras digitales, como Padlet, facilitan una retroalimentación asertiva, al compartir los resultados logrados por los estudiantes de forma colaborativa e inmediata y corregir errores a tiempo. De igual manera, el integrar herramientas tecnológicas externas de realidad virtual favorece a que las docentes se involucren con un rol de guía durante el proceso de aprendizaje, alcanzando un mayor grado de reflexión en el estudiante, no como únicamente un observador y dibujante de la realidad que observa, sino como un actor que observa, analiza, decide qué mostrar y cómo dibujarlo. Como afirma Beltrán-Martín, "las TIC no sustituyen, sino que refuerzan la interacción tanto entre estudiantes como entre éstos y el profesorado" (2022, p. 35).

En ese sentido, el éxito en el uso de realidad virtual y pizarras digitales responde al compromiso del docente en guiar, supervisar y retroalimentar las entregas oportunamente, de forma que los estudiantes fortalezcan sus competencias en un verdadero proceso de aprendizaje, caso contrario su rendimiento y aprendizaje efectivo puede ser afectado, ocasionando un vacío en los fundamentos básicos de la preparación del futuro arquitecto.

**Tabla 1:** Resultados de desempeño académico estudiantil durante la práctica

Fuente: Elaboración propia

Curso	Desempeño académico 1B	Desempeño académico 2B	Desempeño académico final
A	8.78	8.00	8.39
B	8.46	8.18	8.32
C	8.20	7.58	7.89
D	8.62	8.83	8.73
Promedio	8.51	8.14	8.33

Asimismo, la escasa preparación previa de los recursos podría resultar una limitante en la aplicación de la metodología, ya que retrasaría los contenidos a desarrollar; es importante recalcar que el dibujo es un conocimiento que tiene que ser practicado continuamente mediante tareas en secuencia. Por otro lado, el estudio ha encontrado que el determinar el límite de entrega de trabajos en Padlet genera impactos positivos y negativos. Establecer el límite es importante para lograr que los estudiantes cumplan con el plazo de las tareas, sin embargo, esto puede causar un sentido de urgencia por registrar su aporte sin cuidar la calidad del dibujo y del envío. Frente a ello, Md Deni y Zainal (2018) indican que la alternativa es configurar pizarras que permitan la visualización a pesar de no acceder a nuevas entregas. Finalmente, se debe buscar un seguimiento efectivo en el cumplimiento de las actividades, de tal modo que se identifique si el estudiante está utilizando correctamente las herramientas digitales; por lo tanto, se sugiere evitar que el número de estudiantes supere los quince.

## 5. Conclusiones

El escrito presenta la experiencia de innovación docente basada en la realidad virtual y pizarras digitales a través de Padlet. La propuesta educativa tiene como resultado final un repositorio de las prácticas estudiantiles, basadas en realidad virtual, como insumos para la coevaluación que dan cuenta del proceso de aprendizaje y mejora paulatina y continua de las entregas. La encuesta planteada al culminar el componente académico evidencia un elevado grado de satisfacción de los alumnos, además de la mejora de su desempeño. A continuación, se resumen algunas contribuciones que se consideran relevantes de la propuesta.

Primero, gran cantidad de obras arquitectónicas de alta calidad se encuentran plasmadas en entornos virtuales que son de acceso libre, lo que representa una gran ventaja para el estudiante de arquitectura al ser un recurso educativo abierto desde cualquier espacio de trabajo en todo momento. De ahí que la realidad virtual se convierte en una alternativa en situaciones emergentes que complementa la

enseñanza tradicional del dibujo, siendo una herramienta de aprendizaje que facilita la comprensión de entornos tridimensionales para el profesional en formación, complementando los criterios teóricos que el docente imparte y asegurando una accesibilidad efectiva para la práctica del dibujo, tanto en clase como autónoma.

Segundo, con el avance de la tecnología se han creado herramientas y softwares que fortalecen las actividades colaborativas en las que se puede intervenir simultáneamente, aportando criterios de retroalimentación en línea. En la metodología empleada se aplica Padlet como pizarra digital que permite la publicación y valoración de los trabajos de dibujo, de forma que se consolida el aprendizaje en materias de carácter práctico mientras se conforma un repositorio de imágenes académicas, a manera de bitácora de trabajo, que evidencia el proceso de enseñanza y evolución del aprendizaje.

Tercero, los resultados de la experiencia refieren una elevada satisfacción de los estudiantes, así como de las docentes, expresada en la mejora de los rendimientos académicos. Esto pone en evidencia la necesidad de ampliar los procesos planteados en las buenas prácticas docentes, con el fin de implementarlos en otros paralelos y componentes de la carrera de arquitectura, de modo que se incluyan nuevas experiencias y herramientas tecnológicas que motiven a los estudiantes a ser más activos en su aprendizaje.

Cuarto, la docencia híbrida, presencial y virtual, puede resultar una alternativa efectiva en la impartición de asignaturas prácticas a futuro, destacando la existencia de herramientas digitales y en línea que complementan la formación académica de las aulas físicas. Estudios adicionales podrían determinar otros modelos en los que las pizarras digitales sean herramientas instruccionales de aprendizaje colaborativo para asignaturas teóricas en instituciones de educación superior.

## 6. Recomendaciones

A partir de la experiencia, se recomienda aplicar aquella metodología de enseñanza de dibujo en

arquitectura que utilice herramientas digitales y virtuales en otras universidades, de forma que se evalúen resultados y complementen aprendizajes en otros contextos académicos. Al tiempo, en nuestra institución educativa se podría implementar una herramienta propia, de tal manera que los estudiantes de las carreras técnicas tengan acceso ilimitado y ejecuten dibujos con base a experiencias previas. Además, se podría complementar con la generación de un repositorio de realidad virtual de edificaciones nacionales y locales.

Por otra parte, se propone el uso de medios inmersivos para la formación del arquitecto, con la finalidad de que el estudiante no solo dibuje en superficies de papel, sino que también se incorpore en el medio dibujado. Esto implicaría el uso de recursos como gafas, guantes y distintos accesorios para la realidad inmersiva.

## 7. Agradecimientos

Esta experiencia forma parte de la convocatoria de Buenas Prácticas y Proyectos de Innovación Docente de la Universidad Técnica Particular de Loja. Agradecemos al equipo de la Dirección de Innovación, Formación y Evaluación Docente del Vicerrectorado Académico por su apoyo en el desarrollo del mismo.

## 8. Referencias bibliográficas

- Abu, R. y Freewan, A. (2017). Investigating the effect of employing immersive virtual environment on enhancing spatial perception within design process. *Archnet-IJAR*, 11(2), 219–238. <https://doi.org/10.26687/archnet-ijar.v11i2.1258>
- Álvarez, E., Bellezza, A. y Caggiano, V. (2016). Realidad aumentada: innovación en educación. *Didasc@lia: Didáctica y Educación*, 8(1), 195-212.
- Andrews, D., Sekyere, E. y Bugarcic, A. (2020). Collaborative Active Learning Activities Promote Deep Learning in a Chemistry-Biochemistry Course. *Medical Science Educator*, 30, 801–810. <https://doi.org/10.1007/s40670-020-00952-x>
- Arimuliani, A., Mukhaiyar y Atmazaki. (2022). Exploring digital tools for teaching essay writing course in higher education: Padlet, kahoot, YouTube, Essaybot, Grammarly. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 16(13), 200-209. <https://doi.org/10.3991/ijim.v16i13.30599>
- Bashabsheh, A., Alzoubi, H. y Ali, M. (2019). The application of virtual reality technology in architectural pedagogy for building constructions. *Alexandria Engineering Journal*, 58(2), 713-723. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2019.06.002>
- Beltrán-Martín, I. (2022). Una propuesta de aprendizaje cooperativo basada en el uso de Padlet. *Tecnología, Ciencia y Educación*, (22), 7-38. <https://doi.org/10.51302/tce.2022.654>
- Bertero, C. (2022). *La enseñanza de la arquitectura: entre lo dibujado y lo desdibujado*. Universidad Nacional del Litoral. [https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/bitstream/handle/11185/6674/ense%c3%b1anzaArquitectura\\_AA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/bitstream/handle/11185/6674/ense%c3%b1anzaArquitectura_AA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Bohórquez-Rueda, J., Montañez-Moreno, M. y Sánchez-Ávila, W. (2019). El dibujo manual y digital como generador de ideas en el proyecto arquitectónico contemporáneo. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 22(1), 107-117. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2020.2660>
- Campos, M., Navas-Parejo, M. y Moreno, A. (2020). Realidad virtual y motivación en el contexto educativo: Estudio bibliométrico de los últimos veinte años de Scopus. *Alteridad. Revista de Educación*, 15(1), 47-60. <https://doi.org/10.17163/alt.v15n1.2020.04>
- Darwish, M., Kamel, S. y Assem, A. (2023). Extended reality for enhancing spatial ability in architecture design education. *Ain Shams Engineering Journal*, 14(6), 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2022.102104>
- Delgado-Ramírez, J., Chamba-Gómez, F., Cuenca-Masache, D. y Ancajima-Mena, S. (2022). Padlet como herramienta de difusión digital en la investigación formativa de estudiantes universitarios. *Revista Internacional Tecnológica-Educativa Docentes 2.0*, 14(2), 63-72. <https://doi.org/10.37843/rted.v14i2.294>
- Díaz-López, L., Tarango, J. y Romo-González, R. (2020). Realidad virtual en procesos de aprendizaje en estudiantes universitarios: motivación e interés para despertar vocaciones científicas. *Cuadernos de Documentación Multimedia*, (31), 1-14.
- Dorta, T. (1999). *La realidad virtual dibujada: como una nueva manera de hacer computación*. [Ponencia]. Primera

- conferencia venezolana sobre aplicación de computadoras en Arquitectura, Caracas, Venezuela.
- Durán, M. (2020). La vivencia del espacio y la representación gráfica como herramientas del proceso de aprendizaje de la arquitectura. *Eídos. Revista Científica en Arquitectura y Urbanismo*, (16), 103-113.
- Escoda, C., Sastre, R. y Bruscato, U. (12-13 de noviembre de 2020). *La docencia del dibujo arquitectónico en época de pandemia*. VIII Jornadas sobre Innovación Docente en Arquitectura (JIDA'20). Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Málaga, Barcelona, España.  
<https://doi.org/10.5821/jida.2020.9402>
- Esteve, F. A. y Armenta, S. (31 de julio de 2018). *Padlet: el uso de la pizarra colaborativa on-line en estudios de grado*. Congreso Nacional de Innovación Educativa y de Docencia en Red, Valencia, España.  
<https://doi.org/10.4995/inred2018.2018.8721>
- Giler-Loor, D. J., Zambrano-Mendoza, G. K., Velásquez-Saldarriaga, A. M. y Vera-Moreira, M. T. (2020). Padlet como herramienta interactiva para estimular las estructuras mentales en el fortalecimiento del aprendizaje. *Dominio de las ciencias*, 6(3), 1322–1351.
- González-Pérez, P. y Mesías-Lema, J. M. (2023). La realidad virtual para la enseñanza y aprendizaje de la perspectiva en el dibujo. *EduTec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (83), 188-207.  
<https://doi.org/10.21556/edutec.2023.83.2681>
- Gresa, D., Alba, M. y Gutiérrez, J. (2022). Arquitectura, abstracción y sistemas de orden. Estrategias de ideación gráfica. *EGA. Expresión Gráfica Arquitectónica*, 27(44), 202–219.  
<https://doi.org/10.4995/ega.2022.15682>
- Herrera-Pavo, M. (2021). Collaborative learning for virtual higher education. *Learning, Culture and Social Interaction*, 28, 1-11.  
<https://doi.org/10.1016/j.lcsi.2020.100437>
- Kharvari, F. y Kaiser, L. (2022). Impact of extended reality on architectural education and the design process. *Automation in Construction*, 141, 1-19.  
<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2022.104393>
- López, N., Rossetti, S., Rojas, I. y Coronado, M. (2021). Herramientas digitales en tiempos de covid-19: percepción de docentes de educación superior en México. *Ride. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 12(23), 1-28.  
<https://doi.org/10.23913/ride.v12i23.1108>
- Matome, T.J. y Jantjies, M.E. (7-9 de noviembre de 2019). *Student perceptions of virtual reality in higher education*. 16th International Conference on Cognition and Exploratory Learning in Digital Age, Cagliari, Italia.
- Md Deni, A. y Zainal, Z. (2018). Padlet as an educational tool: Pedagogical considerations and lessons learnt. *ICETC '18: Proceedings of the 10th International Conference on Education Technology and Computers* (pp. 156-162). Association for Computing Machinery.  
<https://doi.org/10.1145/3290511.3290512>
- Nesenbergs, K., Abolins, V., Ormanis, J. y Mednis, A. (2021). Use of Augmented and Virtual Reality in Remote Higher Education: A Systematic Umbrella Review. *Education Sciences*, 11(8), 1-12.
- Ordorika, I. (2020). Pandemia y educación superior. *Revista de la educación superior*, 49(194), 1-8.  
<https://doi.org/10.36857/resu.2020.194.1120>
- Padlet. (s.f.). *Sitio web colaborativo*.  
<https://es.padlet.com/>
- Panerai, S., Catania, V., Rundo, F. y Ferri, R. (2018). Remote Home-Based Virtual Training of Functional Living Skills for Adolescents and Young Adults with Intellectual Disability: Feasibility and Preliminary Results. *Frontiers in Psychology*, 9, 1-6.  
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01730>
- Papanastasiou, G., Drigas, A., Skianis, C., Lytras, M. y Papanastasiou, E. (2019). Virtual and augmented reality effects on K-12, higher and tertiary education students' twenty-first century skills. *Virtual Reality*, 23, 425-436. <https://doi.org/10.1007/s10055-018-0363-2>
- Sætra, H. (2021). Using Padlet to enable online collaborative mediation and scaffolding in a statistics course. *Education Sciences*, 11(5), 219.  
<https://doi.org/10.3390/educsci11050219>
- Sainz, J. (1990). *El dibujo de Arquitectura. Teoría e historia de un lenguaje gráfico*.

- Editorial Nerea.  
[https://oa.upm.es/45562/1/El\\_dibujo\\_de\\_arquitectura.pdf](https://oa.upm.es/45562/1/El_dibujo_de_arquitectura.pdf)
- Seralidou, E., y Douligeris, C. (2015). Identification and Classification of Educational Collaborative Learning Environments. *Procedia Computer Science*, 65, 249–258.  
<https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.09.073>
- Settingington, N., McLean, S. y Woods, A. (2023). Design, implementation, and evaluation of Students as Partners interactive feedback model. *Advances in Physiology Education*, 47(2), 181-193.  
<https://doi.org/10.1152/advan.00182.2022>
- Sevilla-Rodríguez, M. E. y Castro-Salazar, A. Z. (2021). Padlet como estrategia de enseñanza colaborativa en el proceso de aprendizaje. *Cienciamatría*, 7(13), 173–192.  
<https://doi.org/10.35381/cm.v7i13.478>
- Sierra, J., Bueno, I. y Monroy, S. (2016). Análisis del uso de las tecnologías TIC por parte de los docentes de las Instituciones educativas de la ciudad de Riohacha. *Omnia*, 22(2), 50-64.
- Tanaiutchawoot, N. (09-11 de marzo de 2022). *Investigate and evaluate potential methods for online learning in product development and design course during the COVID-19 pandemic*. Tercera Conferencia Internacional en Education Development and Studies (ICEDS'22), 64-70.  
<https://doi.org/10.1145/3528137.3528139>
- Tananta, H. (2021). Educación superior en tiempos de pandemia. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(6), 13955–13968.  
[https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v5i6.1368](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i6.1368)
- Wagemann, E. y Martínez, J. (2022). Realidad Virtual (RV) inmersiva para el aprendizaje en arquitectura. *EGA Expresión Gráfica Arquitectónica*, 27(44), 110–123.  
<https://doi.org/10.4995/ega.2022.15581>
- Wang, C. y Shen, J. (2023). Technology-enhanced collaborative learning in STEM. *International Encyclopedia of Education*, 11, 207-214. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818630-5.13005-2>

