

## Desafío De Diseño Basado En Herramientas Digitales Para El Aprendizaje En Arquitectura; Proyecto “Nueva Exhibición De Lobos Marinos” Veracruz

*Design Challenge Based On Digital Tools For Learning In  
Architecture; Project “New Sea Lion Exhibition” Veracruz*



Juan Andrés Sánchez García  
Universidad Veracruzana, México

juansanchez@uv.mx  
ORCID: 0000-0003-2217-2711

Ma. Guadalupe Noemi Uehara Guerrero  
Universidad Veracruzana, México

guehara@uv.mx  
ORCID: 0000-0003-3968-7797

Regina Herrera Libberos  
Investigadora independiente, México

reginah1@outlook.com  
ORCID: 0009-0003-2894-4425

Hannah Arantza Gómez Graillet  
Investigadora independiente, México

hannah\_arantza@outlook.com  
ORCID: 0009-0003-6108-3022

Recibido: 25/02/2024  
Aceptado: 01/04/2024

## Resumen

La era post disciplinar, articulada en la era digital, es una muestra de la evolución del contexto social, cultural, económico y, sobre todo, arquitectónico. Esto ha llevado a redirigir la enseñanza de la formación disciplinar y su vínculo con la realidad actual, al desprender el aula taller como una forma repetitiva en el proceso formativo del estudiante y trasladarla a iniciativas gubernamentales reales con necesidades específicas que atender en el contexto local. Ante ello, se cuestiona cuáles son las estrategias pedagógicas para construir aprendizajes en el futuro. ¿Cómo se aprovechan las herramientas digitales en la formación disciplinar y resolución de problemas reales? O, ¿cómo se construye la problemática como un espacio de aprendizaje con demandas reales?. Por ello, ante una oportunidad de trabajar metodologías vivas y proyectos interdisciplinarios, se pone de manifiesto el apoyo de herramientas digitales para la solución de proyectos arquitectónicos. El objetivo de esta investigación cualitativa es presentar la experiencia pedagógica que va más allá de los espacios físicos del aula o del taller y así, reconocer la incidencia de metodologías activas, cuyos aprendizajes están basados en proyectos y problemas reales para obtener resultados de impacto social en los procesos formativos, que son apoyados por herramientas digitales que efficientan, agilizan y simplifican los procesos de trabajo, sin sustituir la complejidad conceptual en la generación de soluciones por parte del estudiante en el marco de una pedagogía fuera del aula, que responde a la vida marina y que está en apego con los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2030.

**Palabras clave:** diseño, herramientas digitales, aprendizaje en arquitectura.

---

## Abstract

*The post-disciplinary era, articulated in the digital age, is a sample of the evolution of the social, cultural, economic, and above all, architectural context, which has redirected the teaching of disciplinary training and its link with current reality, by detaching the classroom workshop as a repetitive form in the student's training process and transferring it to real government initiatives with specific needs to be addressed in the local context. Given this, the question arises regarding the pedagogical strategies for constructing learning in the future: How can digital tools be used in disciplinary training and resolution of real problems? Or, how is the problem constructed as a learning space with real demand? Therefore, given an opportunity to work on living methodologies and interdisciplinary projects, the support of digital tools for the solution of architectural projects is evident. This qualitative research aims to present the pedagogical experience that goes beyond the physical spaces of the classroom or workshop and thereby recognize the incidence of active methodologies, whose learning is based on real projects and problems to obtain results of social impact in the training processes, which are supported by digital tools that make more efficient, agile and simplify work processes without replacing the conceptual complexity in the generation of solutions by the student within the framework of a pedagogy outside the classroom, which responds to marine life and is in line with the Sustainable Development Goals 2030.*

**Keywords:** design, digital tools, learning in architecture.

## Introducción

Actualmente, hay incertidumbre sobre el uso de la inteligencia artificial en el aprendizaje de arquitectura. Este fenómeno se acrecentará con el transcurso de los años, dado el avance en la era digital que hoy se encuentra en la academia. Esta temática continúa siendo un debate en la constitución de una virtualidad real, como lo ha llamado Castells (1997).

Ante el escenario de la era digital, se genera la duda e inquietud del punto en que las nuevas tecnologías forman una respuesta a través de la inteligencia artificial que puede, o no, sustituir la labor del estudiante de arquitectura. Además, cabe preguntarse sobre la magnitud del impacto en que esta transformación va evolucionando conforme pasa el tiempo e incide en las habilidades y destrezas de jóvenes arquitectos.

En China, en 2023, se realizó una entrevista a los estudiantes de arquitectura para saber su opinión sobre estas tecnologías. Los resultados fueron que los estudiantes tenían poca conciencia sobre las IA y mostraron preocupación en que estas afectaran a su campo laboral. Sin embargo, los estudiantes demostraron disposición para incorporar la inteligencia artificial, con el objetivo de potenciar tanto la productividad como la creatividad (Cao et al., 2023).

Con ello, se abre el panorama para visualizar hacia dónde va la Inteligencia Artificial en el aprendizaje de arquitectura y, posterior, a su ámbito laboral. Esto lleva a tener cuidado ante ella, respetar las bondades que aporta al aprendizaje; sin embargo, no se puede dejar que ella sustituya las habilidades de los estudiantes ante la resolución de problemas en entornos reales. Hay que cuestionar esta dualidad entre lo virtual y lo real y su manera de amalgamar un diálogo que permita colocar cada pieza en su lugar.

Lo que sí es necesario asentar en este preámbulo es que el uso de Inteligencia Artificial no siempre es erróneo, porque se puede partir de oportunidades como mejorar la eficiencia energética, al analizar una cantidad grande de datos para proporcionar soluciones arquitectónicas sostenibles y respetuosas con el medio ambiente, entre otras.

Con ello, se evidencia que la academia de arquitectura empieza a indagar en el uso de tecnologías y procesadores que ayudan a la presentación de resultados y mejoran algunas habilidades en la creatividad del estudiante. La cuestión a analizar es la manera en la que la academia se introduce en la solución de problemas reales, que pueden ser ayudados con el uso ético de las IA.

Asimismo, la ética en la implementación de la inteligencia artificial es un factor fundamental en este debate. Por ello, la academia de arquitectura debe garantizar mecanismos para evitar copiar, plagiar o limitar las habilidades del estudiante. Debe hacerlo mediante desafíos de solución de problemas reales en contextos formativos y cuyo ejercicio de una demanda real es un taller de aplicación que coloca a la IA como una herramienta digital para construir el aprendizaje.

### *El Aprendizaje de Arquitectura en la Era Digital*

En el proceso de aprendizaje de arquitectura, es necesario hoy reconocer que los estudiantes que nacen en la era de la tecnología digital hacen un buen manejo de las tecnologías, mientras que algunos docentes procesan la información distintamente a sus estudiantes. Esta diferencia en

habilidades se acrecienta, de modo que el uso de tecnología de los estudiantes es superior a la de sus profesores (Velázquez, 2019). Esta discrepancia sugiere una disrupción en el aprendizaje; sin embargo, al centrar el contenido digital en el estudiante, esta puede ser un área de oportunidad para mostrar el contenido de proyectos arquitectónicos.

Ante esta disparidad de momentos digitales, se asume que “las tecnologías digitales permitirían (...) acercar al estudiante a una realidad susceptible de incorporarse como aprendizaje. Con el propósito de desarrollar el pensamiento espacial, los estudiantes podrían emplear aplicaciones, para proyectar modelos tridimensionales” (Martin & Vestfrid, 2016, p. 303). Esto lleva a asumir que la digitalidad apoya al conocimiento y entendimiento del espacio para la creación de proyectos.

Es importante destacar que “la pandemia del COVID-19 aceleró la incorporación de nuevas tecnologías en muchas escuelas de arquitectura, las cuales se vieron en la necesidad de continuar de forma remota, incluyendo talleres dedicados al diseño de proyectos” (Wagemann & Martínez, 2022, p. 111). Esto ha llevado a implementar la realidad virtual como un elemento importante en la práctica de aprendizaje. Además:

En este contexto, la utilización de la Realidad Virtual aparece como una oportunidad para el aprendizaje desde varios puntos de vista: su capacidad para apoyar el trabajo colaborativo y con el equipo docente a distancia, facilitar un mayor entendimiento espacial al visualizar lo que se está diseñando mediante recorridos virtuales, y entregar nuevas herramientas a los/las estudiantes para enfrentar el mundo laboral. (Wagemann & Martínez, 2022, p. 111)

Ante esta era digital que ha tocado vivir, es indiscutible presentar que el uso de TICS en las universidades ya es una necesidad prioritaria. Con ello, se asienta que los estudiantes pasan a ser protagonistas activos en el proceso de aprender en arquitectura y se asume que una de las ventajas de los entornos virtuales es la posibilidad de “acercar al alumnado a nuevos medios tecnológicos, metodologías docentes, y modelos de enseñanza aprendizaje que pueden ser complementarios a la modalidad presencial y que pueden responder a necesidades futuras” (Díaz et al., 2014, p. 212).

En este sentido, los procesos de aprendizaje en la era post COVID manifiestan un cambio de paradigma donde lo digital se vuelve un continuo

universo en la arquitectura. Por ello, “el uso de nuevas tecnologías y herramientas digitales para la enseñanza de la arquitectura ha permitido mejorar la calidad del aprendizaje al proporcionar experiencias más precisas, eficientes, inmersivas, colaborativas, participativas, accesibles y flexibles para los estudiantes” (Barroso, 2023, párr. 1). Esto lleva a plantear y reflexionar sobre la cantidad de uso de estas herramientas en los proyectos de arquitectura para manifestar un aprendizaje significativo.

No obstante, hay que establecer el parámetro de trabajo en el que se reconoce que el futuro de la educación en arquitectura va en crecimiento, de acuerdo con el paradigma tecnológico. Esto también lleva a cuestionar paralelamente que:

Se han creado riesgos o sesgos propios de la novedad tecnológica, como es el abandono de la enseñanza del dibujo artístico en las escuelas de arquitectura, temática vital para la formación o construcción del pensamiento espacial propio del profesional de la arquitectura. (Paredes, 2012, p. 68)

Esta divergencia en la aportación de lo digital abre una brecha interesante y opuesta entre beneficios y déficit en la educación y aprendizaje del estudiante de arquitectura.

Por otra parte, hay que reconocer el sentido positivo de esto, ya que evita el egoísmo en la adaptación digital:

La inteligencia artificial puede marcar un punto de quiebre en la relación entre las máquinas y los arquitectos. Al brindarle a las máquinas una mayor capacidad de inteligencia, razonamiento y sensibilidad, los arquitectos podrán analizar con mayor profundidad un programa arquitectónico, pudiendo producir una gran cantidad de ideas y variables en las propuestas, tomando incluso distintos lenguajes arquitectónicos previamente aprendidos y modificando su propia labor en el proceso de diseño. (Chumpitaz, 2020, p. 129)

Esto se traduce en que el aprendizaje, basado en un proyecto de diseño, puede ser intervenido por una Inteligencia Artificial que aporte y abone a la creatividad, pero que no sustituya las

destrezas del estudiante. Por ello, se plantea la ética en el uso de la Inteligencia Artificial en los productos de talleres de arquitectura.

En aras de plantear esta aportación, se reconoce que “la inteligencia artificial no necesariamente debe encargarse de todas las labores, pero podría ocuparse de ciertas tareas que no consideremos significativas. Existe la posibilidad de colaborar con las inteligencias artificiales, como decidir no delegar trabajos creativos en ellas” (Coeckelbergh, 2021, pp. 132-133). Por ello, la decisión radica en el grado de intervención que desea el estudiante de arquitectura para resolver un problema real, al aceptar que, en este contexto, son parte del mundo actual y contemporáneo.

### ***Desafío de la Inteligencia Artificial***

Si se parte de lo establecido por Rouhiainen (2018), se podría decir que la Inteligencia Artificial es:

La habilidad de las máquinas de emplear los algoritmos, aprender de los datos y aplicar ese aprendizaje en la toma de decisiones, de manera similar a un ser humano pero que a diferencia de las personas estas tecnologías no necesitan descansar y pueden analizar una cantidad extensa de información y la tasa de errores es considerablemente menor que a la de los humanos. (p. 7)

Esta definición deja entrever que la IA presenta potencialidades únicas y eficiencias que pueden tener un gran y significativo impacto en diversas áreas, desde la toma de decisiones hasta la gestión de información a gran escala. Con ello, se plantea que algunas cualidades pueden ser destacables: el procesamiento de datos en poco tiempo, el reconocimiento de patrones, la visión por computadora y la automatización de tareas. Esto puede llevar a cuestionamientos como: Si la eficiencia es tan grande, ¿dónde queda el papel del estudiante de arquitectura cuando debe resolver un problema?. Esta pregunta es válida, sobre todo, cuando se reconoce que “el incremento de las capacidades de

la IA, especialmente cuando sustituyen a las humanas, también suscita otro problema ético incluso más urgente: la responsabilidad” (Coeckelbergh, 2021, p. 104).

El uso responsable, en esencia, muestra la necesidad de presentar beneficios sociales y una minimización de riesgos. Asimismo, se debe normalizar su uso, en miras de abrir camino hacia una ética y colaboración interdisciplinaria de las herramientas que aportan a la materialización de proyectos en arquitectura.

Una utilización ética de la inteligencia artificial implica que la recopilación, el procesamiento y el intercambio de datos se realicen de una manera en donde se salvaguarden la privacidad de las personas y su derecho a estar informados sobre la utilización, acceso, objeción y exposición de sus datos ante las decisiones tomadas por sistemas de inteligencia artificial (Coeckelbergh, 2021). Esto lleva a la toma de resolución del estudiante de arquitectura, al que se le presenta la IA como una herramienta que abona a las destrezas de la solución del proyecto, mas no una herramienta que resuelva, por sí sola, el problema.

El desafío, entonces, se muestra en la utilización de la IA como apoyo ante situaciones de aprendizajes en las facultades de arquitectura. No se la debe excluir definitivamente, pero sí hacer el mejor uso de ella; es un complemento para evitar una sustitución de conocimiento.

Bajo este contexto, se reconoce que la IA brinda una serie de ventajas que pueden ayudar a mejorar el aprendizaje de los estudiantes y que se adapta a los estilos de aprendizaje individuales y niveles de habilidad de los estudiantes, lo que facilita un aprendizaje más efectivo y significativo. Además, al proporcionar retroalimentación instantánea sobre el progreso del estudiante, la IA identifica áreas de fortaleza y debilidad y ofrece sugerencias concretas para optimizar los procesos. Esto acelera el aprendizaje, lo que permite a los docentes centrarse en actividades más interactivas y creativas que promueven el desarrollo de habilidades cognitivas superiores en los estudiantes.

Por otro lado, el uso excesivo de la IA en el aula también genera preocupaciones sobre la pérdida de habilidades importantes en los estudiantes. Si ellos dependen en exceso de estas tecnologías para el aprendizaje, pueden perder su capacidad de pensar críticamente y resolver problemas de manera independiente. Esto podría disminuir el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico y resolución de problemas reales.

### ***La Era Digital como Apoyo Soluciones a Problemas Reales en Arquitectura***

Los estudiantes de arquitectura residen en una sociedad modernizada y digital, inmersos en un entorno tecnológico en constante cambio y desarrollo. Estas tecnologías tienen la capacidad de abordar una amplia gama de problemas reales en diversos campos, donde se incluyen la salud, seguridad, educación, medio ambiente, movilidad, comercio, e industria.

Por tal motivo, se motiva al estudiante para que implemente y amalgame las herramientas digitales como “una metodología activa que busca provocar cambios en el aula, que permitan pasar de un aprendizaje memorístico a uno interactivo, de comunicación permanente, de profesor a estudiante y estudiante a estudiante, entre otros actores” (Vilugrón, 2021, párr. 3). Esta búsqueda se acrecienta cuando el impacto de la inteligencia artificial es una herramienta para trascender el aula y presentarse ante soluciones reales que contribuyan a un aprendizaje significativo.

El mundo digital también abre panorama para un desarrollo, cuyo impacto radique en el contexto mundial y que aporte a la sociedad. Por ello, “la inteligencia artificial, tiene un gran potencial para acelerar el progreso de los Objetivos de Desarrollo Sostenible” (Unric, 2023, párr. 1). Esto ocurre, sobre todo, en el contexto internacional y la búsqueda de soluciones de problemas actuales y reales.

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible son un conjunto de 17 objetivos establecidos por las Naciones Unidas en 2015, como parte de la

Agenda 2030, que abordan una extensa gama de desafíos mundiales. Entre ellos, están incluidos la erradicación de la pobreza, el hambre, la mejora de la salud y la educación, la igualdad de género, la acción climática y la protección del medio ambiente, entre otros. Los estudiantes de arquitectura han recibido estos objetivos como encomiendas para trabajar en estos propósitos; se quiere generar impacto a nivel mundial, apoyados de las herramientas digitales.

### **Metodologías Activas Fuera del Aula, en Problemas Reales**

Para que el estudiante tenga un aprendizaje significativo se recurre a las “metodologías activas como el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), Aula Invertida (Flipped Classroom), Gamificación, Aprendizaje Cooperativo y Aprendizaje Basado en Problemas, entre otros” (Vilugrón, 2021, párr. 4). Estas metodologías, en este trabajo, se recargan en el aprendizaje basado en problemas y proyectos para generar una solución en un proyecto. Su evaluación no está integrada por el profesor, sino por actores propios en la solicitud del proyecto.

Aunado a esto, se presenta la oportunidad de desarrollar metodologías activas acompañadas siempre de una interdisciplinariedad que integre las diferentes perspectivas. En palabras de Zichermann y Linder (2013):

En los cursos de arquitectura y urbanismo, y especialmente a la luz de las nuevas discusiones de enseñanza, problematizadas sobre la base de la práctica. Las metodologías activas traen a las clases indicaciones de mayor participación y entramado académico, reforzando el papel fundamental de la interdisciplinariedad. (párr. 10)

Para ello, hay que reconocer que “la superación de desafíos, resolución de problemas y construcción de conocimiento es lo que impulsa las metodologías activas, considerando siempre las experiencias previas de los individuos. De esa manera, el propio alumno crea oportunidades para la construcción del conocimiento” (Batistello & Cybis,

2019, p. 32). Por ello, se apuesta por introducir las herramientas digitales a la solución y presentación de proyectos de arquitectura.

El aprendizaje basado en problemas también se articula con la propuesta de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), que tiene como objetivo principal conseguir que los estudiantes desarrollen sus capacidades cognitivas, organizativas y competenciales en un entorno de certidumbre profesional (Batistello & Cybis, 2019). Esto lleva a estratificar su propuesta final real ante la sociedad que lo demande.

Hoy en día, incluso, el aprendizaje se basa en retos y requiere nuevos formatos de prácticas (concursos, *training session*, talleres cruzados) que desestabilicen al estudiante, al sacarlo de su ambiente habitual de producción (el aula o habitación), lo que permite competir, contender y rivalizar para mantener los desafíos en la propuesta del ejercicio de arquitectura. Esto puede traducirse en que el estudiante debe cuestionar que, en ocasiones, el aula-taller para el aprendizaje de arquitectura queda, hasta cierto punto, obsoleto por el contexto en el que se desarrolla el diseño colaborativo de aprendizaje entre estudiantes.

Ante esta obsolescencia, es importante destacar que existen metodologías como el *Design Thinking*, que se centra en encontrar ideas innovadoras y soluciones creativas que satisfagan las necesidades humanas para generar y "promover el pensamiento creativo (...) y ejecutar mediante prototipado y testeo previo (...), bien sea con renders o maquetas" (Burbano, 2023, párr. 10-12), las propuestas de estudiantes de arquitectura. En ellas, hoy se reconoce que "la era digital, aunada al impacto de las nuevas tecnologías constructivas han modificado no solo la forma de idear el proyecto arquitectónico, también las formas de aprender y de generar nuevo conocimiento" (Zacarías & Martínez, 2023, p. 16).

Con ello, se presenta el reto de mostrar la manera en que "la enseñanza de estas tecnologías puede apoyar al estudiante en el desarrollo del pensamiento espacial, la representación, la vivencia

a través de la simulación y sus transformaciones funcionales, espaciales, formales y estructurales" (Zacarías & Martínez, 2023, p. 17). Por ello, la aplicación de las técnicas digitales se ha implementado de forma adecuada en la Universidad Veracruzana México.

## Metodología

El desarrollo de esta investigación, aplicada en un proyecto, se centra en una metodología activa que conlleva un conjunto de estrategias y técnicas que busca que los estudiantes aprendan de manera efectiva. Por ello, los datos para evaluar el desempeño se traducen en un proceso de resolución de un problema real mediante un proyecto de arquitectura para un concurso desde la perspectiva del trabajo académico de estudiantes y cuya valoración final es el producto de dicha entrega ante un jurado.

En arquitectura, las investigaciones de corte cualitativo tienen relevancia en la disciplina, ya que no se evalúa el diseño con un índice, sino que se evalúan las competencias alcanzadas por los estudiantes, al ser valoradas tanto en el proceso como en el producto, bajo las metodologías activas. La muestra para este concurso fue aplicada a 40 estudiantes de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Veracruzana, como parte de las actividades del Taller Vertical en la institución. Esto se debe a que su propósito es integrar a los alumnos de diferentes niveles para generar debate, perspectivas, enfoques y estrategias cooperativas para solventar problemas sociales, reales y con impacto en los objetivos internacionales basados en la convocatoria vigente, a través del diálogo con herramientas digitales.

En el taller vertical, se colocó como condicionante mantener un equilibrio en la resolución del problema mediante la integración y articulación del proceso creativo conceptual, manual y digital, que fue desarrollado con el trabajo cooperativo, un enfoque de competencias, el acompañamiento del docente y la experiencia ante una situación

real. Esta situación real toma como sustento al Aprendizaje basado en problemas, que partió de una pregunta detonadora. En este caso, la pregunta fue: ¿Cómo se diseña el hábitat de un ecosistema marino?

Esta duda lleva a la recolección de datos, fuentes e investigación para llegar a una propuesta. Como siguiente etapa, se llega al *Aprendizaje basado en Proyectos*, que sirve para desafiar a los equipos de cuatro personas. Ellos deben desarrollar un diseño que contenga las competencias requeridas en la generación de un proyecto de situación real.

### ***Desarrollo del Proyecto que Vincula la Herramienta Digital con el Proceso Conceptual y Manual***

Se presentaron, como problemática, las bases del proyecto que se debían considerar. Estas mostraron los lineamientos específicos del concurso, sustentados en la implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030. En ella, se encuentra el objetivo 9, dedicado a la industria, innovación e infraestructura sostenible; el objetivo 13, que consiste en la acción por el clima; y el 14, que está destinado a la conservación y utilización de forma sustentable de los océanos, mares y recursos marinos para el desarrollo sostenible (ONU, 2023). Estos objetivos son parte del contexto actual y deben permear en el diseño del proyecto de estudiantes. Además, forman parte de la perspectiva de aprendizaje que se busca actualmente.

Para este trabajo, se invitó a los estudiantes a participar en el concurso denominado *1er concurso de anteproyectos para la nueva exhibición de lobos marinos*. Este concurso tenía el objetivo de promover la innovación en el diseño de proyectos arquitectónicos para el Gobierno del Estado de Veracruz. Con los concursos, se busca motivar a los futuros arquitectos a pensar y diseñar propuestas desafiantes, innovadoras y reflexivas, que aporten elementos y referencias tanto en el ámbito arquitectónico sostenible y en el manejo de la especie

marina. Para ello, debían contar con el apoyo de herramientas digitales que plasmen la contemporaneidad del diseño.

Como contexto, el proyecto se basa en la realidad de una Veracruz contemporánea, cuya exigencia permite a los estudiantes plantear el desafío de proyectar con herramientas digitales. La primera apuesta versaba en la generación de un vínculo entre el bienestar animal, la arquitectura y ciudadanía. Esto se debe a que, en el ámbito académico, es poca la enseñanza de temas relacionados a los proyectos marinos; además, es un caso distinto a lo que comúnmente se diseña en función de una casa, una habitación, departamentos, mercados, escuelas, hospitales, hoteles, etc.

El desconocimiento de la especie de lobos marinos y de los usuarios, que son distintos a los que comúnmente se presentan, implican el primer reto del estudiante. El aula, como taller, se traslada al ambiente marino.

Los estudiantes deben realizar entrevistas con el Gobernador del Estado y especialistas en zoología marina. Además, deben convivir con una realidad con condicionantes físicas, psicológicas y formales que son distintas a las usuales. Es, por estas razones, un reto diferente al cual los estudiantes están acostumbrados.

El segundo reto es la discusión y diálogo con la normatividad y condicionantes del contexto y sitio, para presentar una ideación gráfica que no parte de herramientas digitales o de una IA, sino que respeta la labor de comprensión, análisis e interpretación del estudiante de arquitectura. Además, como modelo basado en resolución de proyectos, respeta que hay diferentes variables y formas de trabajo que se articulan con las revisiones del asesor. Esto permite establecer parámetros de diseño ante una propuesta de concurso real.

Este proyecto enmarcó objetivos específicos; estos objetivos consistían en contar con áreas óptimas para el buen manejo y bienestar de la especie marina. Para ello, se basaron en tres áreas importantes: área pública, área de exhibición (estanque) y área técnica (servicios operativos y manejo). Los



alumnos debían considerar que el estanque principal necesitaba incluir una vista subacuática.

Además, se explora la necesidad de que la exhibición de lobos marinos debía dar continuidad a la exhibición del Pingüinario (actualmente, es la última exhibición del recorrido). Además, debía reconectarse con Plaza Acuario. El área destinada puede adoptar una forma y recorrido libre; debía contar con áreas cubiertas, para brindar un mejor confort para el visitante. Así, se buscaba que el diseño vincule los aspectos físicos y naturales del entorno.

La primera etapa del proyecto fue la investigación de las normativas aplicables en el proyecto, tanto en los espacios públicos de exhibición, de resguardo y áreas técnicas. Entre ellas, se encuentra el Reglamento de construcción de Veracruz, la NOM\_135\_SEMARNAT\_2004, de donde se tomaron normas sobre el diseño de los estanques, áreas secas, cuarentenas y asoleaduras, de acuerdo a las medidas de los lobos marinos y su longitud. De igual manera, se revisó la NOM-059-SEMARNAT-2010; con base en ella, se pudo conocer las necesidades de la especie, así como la importancia del cuidado de las especies marinas específicas para este trabajo.

Este reto fuera del aula construyó un entorno en donde se buscó que los estudiantes fueran creativos y originales con la propuesta. Esta estaba ligada a un proyecto funcional y práctico, cuyo desafío aborda el proyecto arquitectónico desde su condición atractiva y única.

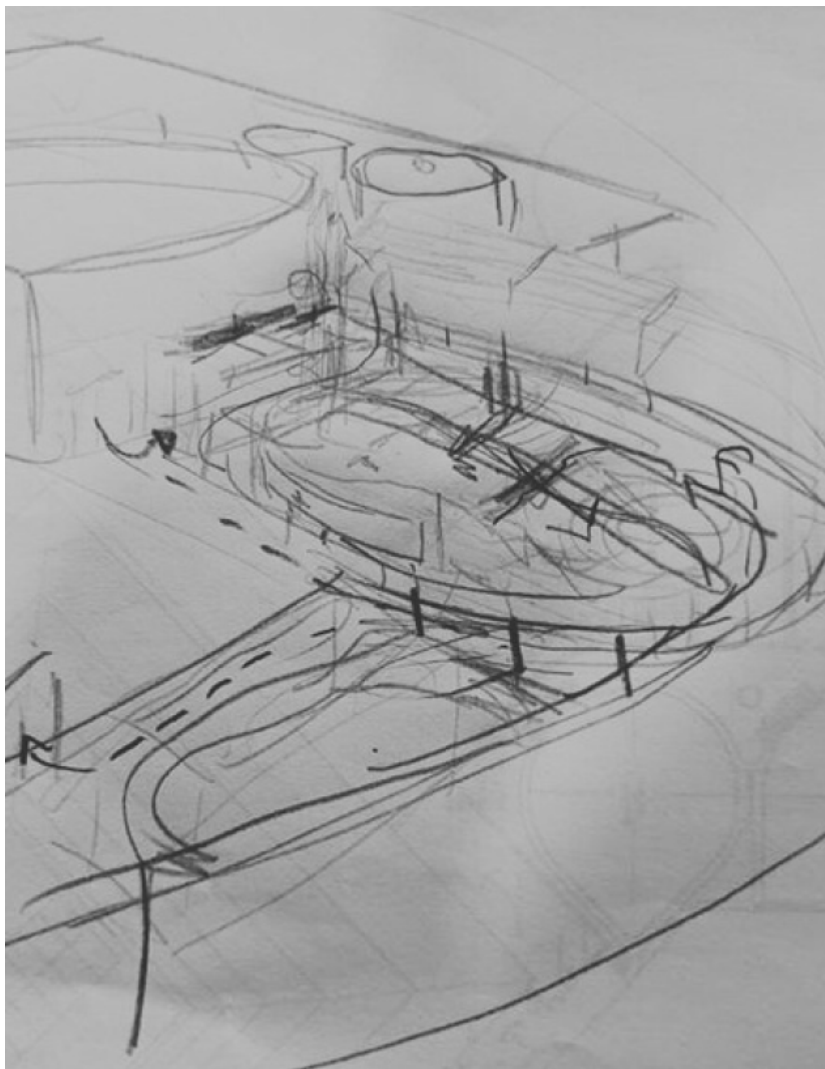
Asimismo, se debió concebir el proyecto desde su condición material, como una instalación que pueda apegarse a métodos de construcción acordes a la zona. Esto se debe a que, durante la etapa ejecutiva del proyecto, el espacio no debía sufrir cambios significativos. Sobre todo, fue primordial que cada decisión de diseño sea analizada no solamente por su valor de ejecución, sino también por la vida útil de sus componentes, las características del mantenimiento y la operación del edificio.

Se destaca que una de las principales herramientas con que cuenta el alumno es la conceptualización gráfica, en donde aterriza sus primeras ideas, mediante bocetos que muestran una grafía en un diálogo entre la mente y el dibujo. En este punto, se desestima la aplicación de herramientas digitales, porque estas no sustituyen la creatividad del estudiante. En esta etapa, el trabajo del alumno se vuelve una tarea artística en la búsqueda de una propuesta. La IA, en este punto del aprendizaje, funciona como herramienta de creación y se adecuará solo a la representación o transmisión espacial del concepto base.

Campo (2011) afirmó que el dibujar no solo es el papel. Dibujar es una habilidad de pensamiento, es una reflexión sobre el papel y transformación; el dibujo es el primer acercamiento visual. Con la aparición de las TIC, el dibujo trajo consigo un dilema. ¿Se puede enseñar o aprender arquitectura sin el uso del dibujo? La respuesta es que no se debe limitar el proceso creativo, sino que lo digital debe ayudar a evidenciar la espacialidad concebida en la mente del estudiante de arquitectura.

**Figura 1**

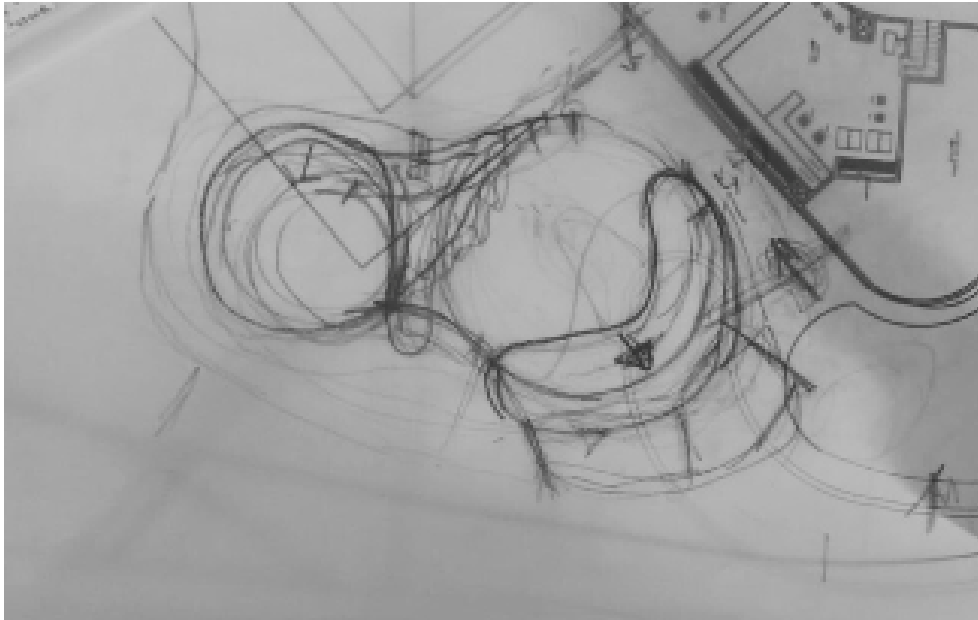
*Conceptualizando tridimensionalmente la “Nueva exhibición de lobos marinos”*



*Nota.* Emmanuel López Serrano, Nadia Ortega Saldaña, Regina Herrera Libreros, 2023.

## Figura 2

Proceso Creativo para el Concurso "Nueva exhibición de lobos marinos"



Nota. Emmanuel López Serrano, Nadia Ortega Saldaña, Regina Herrera Libreros, 2023.

En el proceso de diseño de la ampliación del acuario del puerto de Veracruz, la implementación de las herramientas digitales significó un apoyo en la representación del proyecto. Dio una solución, pero no fue una generatriz, ya que solo realizó la función de visualizar los productos del modelo 3D desde diferentes perspectivas. Además, iba modificando el modelo, a través del ensayo y error, hasta llegar a un proyecto arquitectónico final.

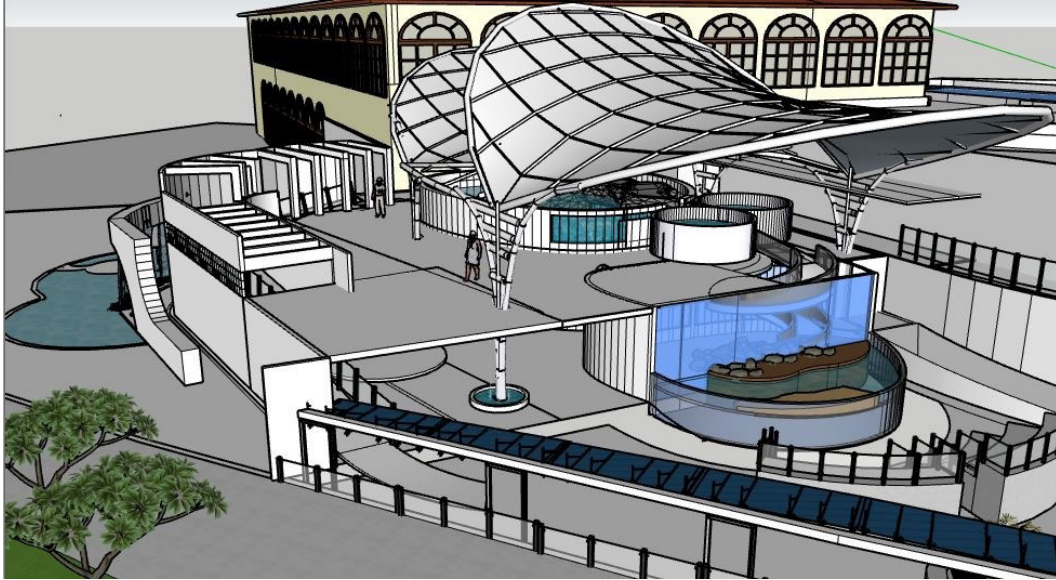
El proyecto representado en digital fue resultado de diferentes experiencias educativas en el plan de estudios de la Universidad Veracruzana. Entre estas experiencias estaban el taller de proyectos, construcción, instalaciones y cursos externos tomados por alumnos de la Universidad. Estos sintetizan la complejidad de un discurso arquitectónico que se materializa y se traduce en una maqueta virtual. Estas se transforman en una representación y el detonante de nuevas ideas que surgen según la estética y estructura del edificio.

Estas herramientas digitales dan solución espacial para visualizar la composición, pero no sustituyen a las propuestas del estudiante de arquitectura. En otro sentido, apoyan a la realización del producto y a la materialización del concepto base sobre el cual se procesan los conocimientos de diseño. En ese sentido, Martín y Vestfrid (2016) refieren que:

Las tecnologías digitales permiten, con un costo relativamente bajo respecto a lo que supone operar en la construcción de prototipos materiales, acercar al estudiante a una realidad susceptible de incorporarse como aprendizaje, con el propósito de desarrollar el pensamiento espacial, los estudiantes podrían emplear aplicaciones para proyectar modelos tridimensionales, con la alternativa de interactuar e incluso modificar en tiempo real los objetos de esas construcciones. (p. 14)

**Figura 3**

*Materialización y modelo en 3D del concepto base propuesto basado en la creatividad de estudiantes de arquitectura*

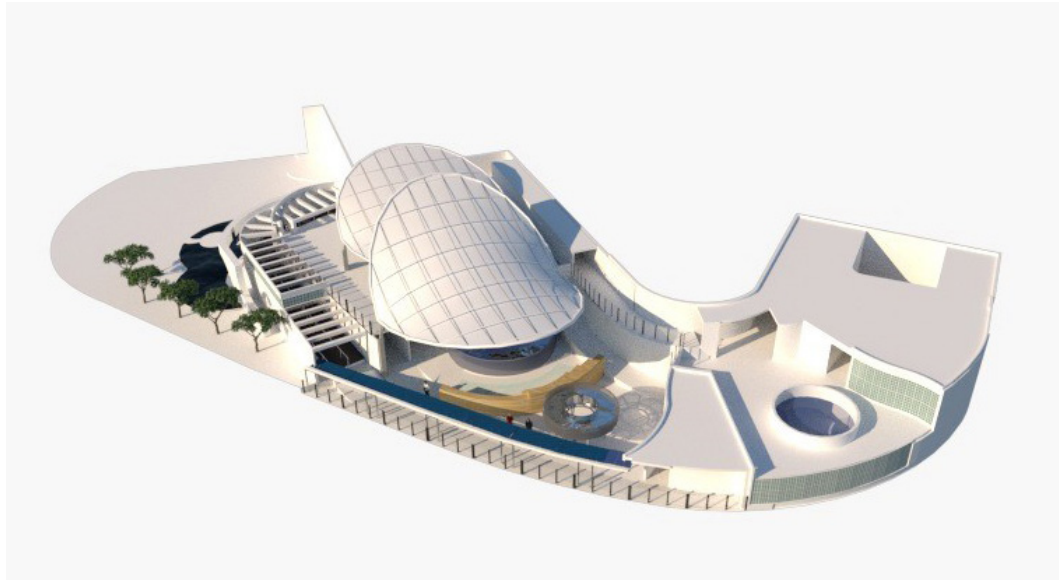


*Nota.* Emmanuel López Serrano, Nadia Ortega Saldaña, Regina Herrera Libreros, 2023.

Por otro lado, el uso de las tecnologías de la información y comunicación (TICS) y las herramientas digitales en las universidades ha respondido a las capacidades y demandas en la academia. Esto ha resultado en recursos de gran valor, donde los estudiantes pasan a ser protagonistas activos del proceso de aprendizaje. Una de las ventajas de los entornos virtuales es la posibilidad de acercar al alumnado a nuevos medios tecnológicos, metodologías docentes y modelos de aprendizaje que pueden ser complementarios a la modalidad presencial y que pueden responder a necesidades futuras (Díaz et al., 2014). En este proyecto, esto llevó a materializar tridimensionalmente la simulación o escenario posible del proyecto solicitado, con la finalidad de entender la distribución espacial y traducir la conceptualización en tiempo real.

#### Figura 4

Conceptualización de la "nueva Exhibición de lobos marinos"



Nota. Emmanuel López Serrano, Nadia Ortega Saldaña, Regina Herrera Libreros, 2023.

El uso de herramientas digitales, para esta parte del diseño, permite dialogar con diferentes composiciones, desarrollos pragmáticos, y generar la prueba de ensayo y error. Con esto, no se desestima el valor del estudiante, ya que este sigue dominando el proceso creativo. Genera un proceso de toma de decisiones y manifiesta la elección que el criterio de diseño exige para resolver la problemática planteada.

#### Resultados

El resultado final, como respuesta a la problemática planteada por el Gobierno del Estado de Veracruz, fue el proyecto ganador. Este proyecto fue dominado Oasis Marino, y fue realizado por Emmanuel López Serrano, Nadia Ortega Saldaña y Regina Herrera Libreros, estudiantes de arquitectura de la Universidad Veracruzana, región Xalapa. El proyecto fue un modelo abstracto, ya que no llegó a la etapa de la construcción; sin embargo, resolvió una problemática real que tomó, como herramienta de presentación y parte del proceso creativo, a los entornos digitales.

Figura 5

Presentación de Oasis Marino a través de herramientas digitales



Nota. Emmanuel López Serrano, Nadia Ortega Saldaña, Regina Herrera Libreros, 2023.

En la presentación del proyecto, basado en herramientas digitales, se buscó un espacio de aprendizaje, convivencia y cuidado del lobo marino. En el proyecto se implementaron los objetivos del desarrollo sostenible, al plantear cubiertas aligeradas que se adaptaban a la climatología de la zona, en compañía de un diseño sostenible para un aumento de la eficiencia de los recursos naturales. Esto disminuye el consumo industrial y artificial, como respuesta al objetivo 9. Para el objetivo 13 (acción por el clima), se planteó que el diseño se sustente en un área abierta, donde el usuario tenga la libertad de interactuar libremente en los diferentes espacios. Finalmente, en el objetivo 14, se dio prioridad a la vida marina en el proyecto, al respetar su ecosistema como una realidad mundial para la arquitectura contemporánea.

**Figura 6**

*Presentación del impacto del proyecto hacia las ODS*



*Nota. Emmanuel López Serrano, Nadia Ortega Saldaña, Regina Herrera Libreros, 2023.*

**Figura 7**

*Presentación final del proyecto Oasis Marino basado en herramientas digitales*



*Nota. Emmanuel López Serrano, Nadia Ortega Saldaña, Regina Herrera Libreros, 2023.*

El diseño del proyecto busca el confort del usuario, de los visitantes y de la especie marina a la cual se quiere preservar. Con base en esto, se proponen rampas para que la especie pueda ser transportada con mayor comodidad en las diferentes áreas. El diseño se plantea, como ya se mencionaba, en áreas abiertas, lo que reduce el consumo energético. Asimismo, se incluyeron elementos como aerogeneradores, paneles solares y la recolección pluvial para el abastecimiento de diferentes tomas.

Estos resultados muestran la intervención que las herramientas digitales tienen en la concepción arquitectónica de estudiantes. Ellos son presentados con un problema real que entrelaza distintos ámbitos como la normatividad, la especie marina y un jurado que evalúa las intervenciones, lo que lleva a cambiar el aula taller en un entorno con desafíos de un usuario diferente al cotidiano. Es ahí donde la IA trabaja, para ayudar a los estudiantes en situaciones anómalas a lo que han visto en el aula.

El resultado mayor, entonces, deriva de la integración de herramientas digitales como parte de la valoración de un proceso de diseño que representa una idea tecnológicamente construible con herramientas digitales. La metodología activa, basada en el proyecto, recae en la etapa final que concluye el proceso creativo del estudiante en un lenguaje gráfico que permitió al jurado evaluador otorgar el primer lugar en el concurso. Para ello, tuvieron que concebir la propuesta arquitectónica sustentada en un contenido legible, claro, comprensible y descifrable, para comprender la propuesta del equipo. El principal acierto de dicho equipo fue descifrar la solución del problema y presentar el proyecto digitalmente en un canal gráfico que entrelaza las competencias de investigación, conceptualización, desarrollo y generación de propuesta de forma demostrativa, con ayuda de las herramientas digitales.

## Discusión

Las conclusiones de esta investigación versan en torno a la intervención de estudiantes de arquitectura en problemáticas reales y hasta qué punto son un espacio de aprendizaje, con ejercicios de una demanda real que mantiene cursos vivos y metodologías activas. Aquí, el propio taller de diseño fue parte de una experiencia en la formación del alumnado.

Este taller articula la transdisciplinariedad y las herramientas digitales en la época que hoy les toca experimentar. Las prácticas docentes inciden en los resultados de los procesos formativos en la academia de arquitectura. Ellos buscan que las problemáticas, el proyecto y el entorno sean los que construyan el aprendizaje significativo.

La construcción de la realidad, digital y real, representa un espacio de aprendizaje basado en problemáticas reales. Se construye una propuesta que responda a grupos organizados y al gobierno. Estos actores requieren de la experticia del estudiante y, paralelamente, ayudan a pulir las destrezas de los estudiantes.

Ante estos retos, no se puede negar que el uso de la realidad virtual y la inteligencia artificial, en una era digital, es inminente. No se busca sustituir la forma de aprender del estudiante de arquitectura, sino que, al dosificar la incidencia de lo digital y mantener la ética en los procesos de diseño, se puede contribuir paulatinamente a encajar en la sociedad digital y desarrollar nuevas destrezas y habilidades en la formación de aprendizaje.

Para esta investigación basada en proyectos, las herramientas digitales no fueron las generatrices del proyecto, sino que solo se centraron en la representación del discurso de los estudiantes, al traducir el lenguaje visual y compositivo para la presentación del proyecto en una primera instancia. Además, fueron



un aporte a la metodología, ya que permitieron el diálogo de ensayo y error de las composiciones. Esto optimizó el tiempo y dinero de la elaboración de prototipos de maquetas. Por ende, se entiende que las herramientas digitales no sustituyen el proceso creativo, sino que organizan los conceptos presentados por las habilidades creativas de los estudiantes y permiten concretar la idea de manera más eficiente.

La metodología activa soporta un aprendizaje basado en problemas y proyectos. En esta metodología, hay un entorno real, un usuario poco común y una normatividad establecida; estos son los parámetros de diseño que no son cambiables y abren la puerta al desarrollo creativo, en función de las habilidades que el estudiante ya posee.

Solo se permite utilizar herramientas digitales para perfeccionar en tres dimensiones lo que el entorno real exige, por lo que se recomienda a futuros lectores hacer un uso adecuado y ético de herramientas digitales en secciones del proceso creativo. Esta recomendación se hace para evitar inhibir las habilidades que ya poseen los estudiantes y mantener el dominio en el proceso creativo, en la toma de decisiones y en la originalidad del proyecto.

No es una postura en contra del uso de la Inteligencia Artificial, pero sí se reflexiona sobre su uso adecuado, para ayudar a los arquitectos en búsqueda de soluciones ante desafíos de diseño como resultado de la complejidad de problemáticas reales. Hay que recordar que la IA no sustituye el proceso intangible, metafísico y conceptual del estudiante, por lo que se busca, en investigaciones consecuentes, implementar el desarrollo de estas metodologías para valorar las competencias en los estudiantes de arquitectura, quienes interactúan en proyectos fuera del aula y con la incorporación de herramientas digitales en entornos reales.

**Declaración de conflicto de intereses:** Los autores declaran no tener conflictos de interés.

**Declaración de contribución de los autores:** A continuación, se menciona la contribución de cada autor, en correspondencia con su participación, utilizando la Taxonomía Crédit:

- Juan Andrés Sánchez García: Administración del proyecto, Curaduría de datos, Metodología, Redacción-borrador original, Supervisión, Validación, Visualización.
- Ma. Guadalupe Noemi Uehara Guerrero: Análisis formal, Recursos, Redacción-revisión y edición.
- Regina Herrera Libreros: Conceptualización, Investigación, Software.
- Hannah Arantza Gómez Graillet: Conceptualización, Investigación.

## Referencias

- Barroso, C. D. (23 de Mayo de 2023). El papel de la tecnología en el futuro de la enseñanza y aprendizaje de la arquitectura en un entorno digital. *Jornada de Educación Digital*. <https://blogs.ugto.mx/jornada/2023/05/23/el-papel-de-la-tecnologia-en-el-futuro-de-la-ensenanza-y-aprendizaje-de-la-arquitectura-en-un-entorno-digital/#:~:text=El%20uso%20de%20nuevas%20tecnolog%C3%ADas,y%20flexibles%20para%20los%20estudiantes.>
- Batistello, P., y Cybis, A. T. (2019). El aprendizaje basado en competencias y metodologías activas: aplicando la gamificación. *Revista científica de Arquitectura y Urbanismo*, 40(2), 31-42.
- Burbano, L. (10 de Julio de 2023). Design Thinking y Arquitectos. Una Metodología Orgánica para la Profesión. *ESCOLAR-SERT*. <https://www.escolasert.com/es/blog/design-thinking-arquitectura>

- Campo, B. A. (2011). *Pensar con las manos*. Universidad Politécnica de Madrid.
- Cao, Y., Aziz, A. A., y Arshard, W. N. R. M. (2023). University students' perspectives on Artificial Intelligence: A survey of attitudes and awareness among Interior Architecture students. *IJERI: International Journal of Educational Research and Innovation*, (20), 1-21.
- Castells, M. (1997). *La Sociedad Red (La era de la información – Economía, sociedad y cultura)*. Alianza Editorial.
- Chumpitaz, F. R. (2020). Inteligencia Artificial y/o el Arquitecto. *Limaq*, 6(006), 129-140.
- Coeckelbergh, M. (2021). *Ética de la inteligencia artificial*. Cátedra.
- Díaz, L. A., Gutiérrez, P., y Arias, J. (2014). Usos de Aulas Virtuales Síncronas en Educación Superior. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, (45), 203-215.
- Martin, M. V., y Vestfrid, P. (2016). *Tensiones en torno al concepto de “nativos digitales” en el caso de estudiantes universitarios*. I Jornadas sobre las Prácticas Docentes en la Universidad Pública. Transformaciones actuales y desafíos para los procesos de formación. La Plata, Argentina.
- Organización de las Naciones Unidas. (08 de noviembre de 2023). El poder de la Inteligencia Artificial y sus desafíos en el marco de las Naciones Unidas. *Centro Regional de Información de las Naciones Unidas*. <https://unric.org/es/el-debate-de-la-inteligencia-artificial-en-la-onu/>
- Organización de las Naciones Unidas. (2023). Los ODS en Acción. *Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo*. <https://www.undp.org/es/sustainable-development-goals>
- Paredes, I. (2012). Tecnologías y enseñanza de la Arquitectura. *Revista Universitaria de Guayaquil*, 114(3), 61-70.
- Rouhiainen, L. (2018). *Inteligencia Artificial*. Alienta.
- Velazquez, F. (Diciembre de 2019). Una propuesta TIC para el ingreso a Arquitectura. *Reflexión académica en Diseño y Comunicación*, 20, 143-146.
- Vilgrón, D. (22 de junio de 2021). Metodologías activas de aprendizaje: desarrollo constructivo de la educación centrada en el estudiante. *UCSC*. <https://ucsc.cl/medios-ucsc/noticias/metodologias-activas-de-aprendizaje-desarrollo-constructivo-de-la-educacion-centrada-en-el-estudiante/>
- Wagemann, E., y Martínez, J. (2022). Realidad Virtual (RV) inmersiva para el aprendizaje en arquitectura. *EGA Expresión Gráfica Arquitectónica*, 27(44), 110-123.
- Zacarías, P., y Martínez, G. (2023). Procesos de enseñanza, aprendizaje de tecnologías emergentes en la materialización del espacio habitable. *Revista e-RUA*, 15(4), 15-20.
- Zichermann, G., y Linder, J. (2013). The gamification revolution: how leaders leverage game mechanics to crush the competition. *Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría*. <https://www.redalyc.org/journal/3768/376862224003/html/>