

<https://doi.org/10.23913/ride.v15i29.2193>

Artículos científicos

Diagnóstico de incorporación de herramientas digitales en la Educación Arquitectónica

Diagnosis of incorporation of digital tools in Architectural Education

*Diagnóstico da incorporaçãõ de ferramentas digitais na Educaçãõ em
Arquitetura*

Luz Angélica Mondragón del Angel

Universidad Autónoma de Querétaro, México

luz.mondragon@uaq.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0001-5997-182X>

Sandra Luz Canchola Magdaleno

Universidad Autónoma de Querétaro, México

sandra.canchola@uaq.mx

<https://orcid.org/0000-0002-7497-281X>

Resumen

La Educación Superior en Arquitectura enfrenta desafíos debido a la constante evolución de las herramientas digitales en esta área. Se examinó la incorporación de herramientas digitales en la Licenciatura en Arquitectura de la Universidad Autónoma de Querétaro, México, para identificar las condiciones que permitan la construcción de un marco pedagógico para una incorporación oportuna y eficiente. Se utilizó un método mixto bajo el Diseño de Triangulación Concurrente. Los análisis fueron cuantitativo, exploratorio, descriptivo, transversal, y cualitativo, de acuerdo con la Teoría Fundamentada. Los resultados mostraron que las redes sociales son importantes medios de aprendizaje y actualización; y el aprendizaje autodidacta prevalece entre los estudiantes. La manera en que los estudiantes incorporan herramientas digitales depende del proceso de diseño. Se observó una preferencia por las herramientas digitales sobre las técnicas tradicionales, y se recomendó una integración

gradual. Se requiere de la percepción del profesorado para desarrollar un modelo pedagógico contextualizado integral.

Palabras clave: arquitectura, diseño, estudiantes, incorporación, software.

Abstract

Higher Education in Architecture faces challenges due to the constant evolution of digital tools in this area. The incorporation of digital tools in the Bachelor of Architecture program at the Autonomous University of Queretaro, Mexico, was examined to identify conditions that would allow the construction of a pedagogical framework for timely and efficient incorporation. A mixed-method approach was used under the Concurrent Triangulation Design. The analyses included a quantitative exploratory descriptive cross-sectional study and a qualitative study based on Grounded Theory. The results showed that social networks are important means of learning and updating knowledge, and self-directed learning prevails among students. The way students incorporate digital tools depends on the design process. A preference for digital tools over traditional techniques was observed, and a gradual integration was recommended. A teachers' perception is required to develop a contextualized pedagogical model in a comprehensive manner.

Keywords: architecture, design, students, incorporation, software.

Resumo

O Ensino Superior em Arquitetura enfrenta desafios devido à constante evolução das ferramentas digitais nesta área. A incorporação de ferramentas digitais no Bacharelado em Arquitetura da Universidade Autônoma de Querétaro, México, foi examinada para identificar as condições que permitem a construção de um quadro pedagógico para uma incorporação oportuna e eficiente. Um método misto foi utilizado no Projeto de Triangulação Simultânea. As análises foram quantitativas, exploratórias, descritivas, transversais e qualitativas, de acordo com a Teoria Fundamentada nos Dados. Os resultados mostraram que as redes sociais são importantes meios de aprendizagem e atualização; e a aprendizagem individualizada prevalece entre os alunos. A forma como os alunos incorporam ferramentas digitais depende do processo de design. Observou-se uma preferência por ferramentas digitais em detrimento de técnicas tradicionais e recomendou-se uma integração gradual. A percepção do corpo docente é necessária para desenvolver um modelo pedagógico abrangente e contextualizado.



Palabras-chave: arquitetura, design, estudantes, incorporação, software.

Fecha Recepción: Junio 2024

Fecha Aceptación: Noviembre 2024

Introducción

La integración de tecnologías en el ámbito educativo ha sido un tema de estudio frecuente, más aún con las recientes innovaciones tecnológicas que impactan sectores muy específicos de la educación, tal es el caso de la Educación Superior en Arquitectura, la cual históricamente ha tenido una evolución y adaptación considerable en cuanto a la incorporación de herramientas digitales que apoyan al diseño y a la comunicación gráfica.

En el caso de Building Information Modeling (Modelado de Información para la Construcción, por sus siglas en inglés - BIM), el desarrollo de las habilidades en esta área puede potenciar las capacidades de resolución de problemas de los estudiantes, preparándolos mejor para enfrentar los desafíos del diseño (Hossain y Bin, 2022). También la integración de la tecnología de impresión 3D en el proceso de enseñanza es un medio para mejorar la percepción de los estudiantes (Boumaraf y Inceoğlu, 2020).

Se ha observado que tecnologías como la realidad virtual (RV) pueden ser una herramienta importante para la mejora del aprendizaje (Radianti *et al.*, 2020). Además, la RV permite la generación de nuevas metodologías de enseñanza-aprendizaje (Bashabsheh *et al.*, 2019; Fromm *et al.*, 2021; Hajirasouli y Banihashemi, 2022) y es considerada como una herramienta positiva para la comunicación del proyecto arquitectónico (Redyantanu y Asri, 2021). Al igual que la realidad aumentada (RA), que puede conducir a mejores resultados de aprendizaje, tomando en cuenta las habilidades de rotación mental (Krüger *et al.*, 2022).

No obstante, la introducción de estas tecnologías en la educación arquitectónica presenta desafíos significativos. El *software* de visualización, que solía ser una herramienta para enseñar habilidades, ahora es un objetivo tanto para los profesores como para los estudiantes, y su uso generalizado ha afectado negativamente su imaginación y creatividad (Mahmoud, 2020). Asimismo, la creatividad de los estudiantes puede verse afectada por ciertas características de algunas tecnologías, por ejemplo, sistemas de representación como BIM, el cual, se basa en relaciones físicas y reglas constructivas estrictas, lo que puede dificultar la creatividad y la innovación en el diseño arquitectónico debido a su rigidez (Castelo-Branco *et al.*, 2022).

El problema de la implementación de estas herramientas digitales es la posible dependencia de los estudiantes en el uso de software, que puede limitar su capacidad de pensar de manera creativa y flexible. Lo cual es sumamente importante en el contexto de la arquitectura, donde la capacidad de innovar y crear es fundamental. El enfoque en estas herramientas podría resultar en una formación que priorice la eficiencia y la precisión a expensas de la creatividad.

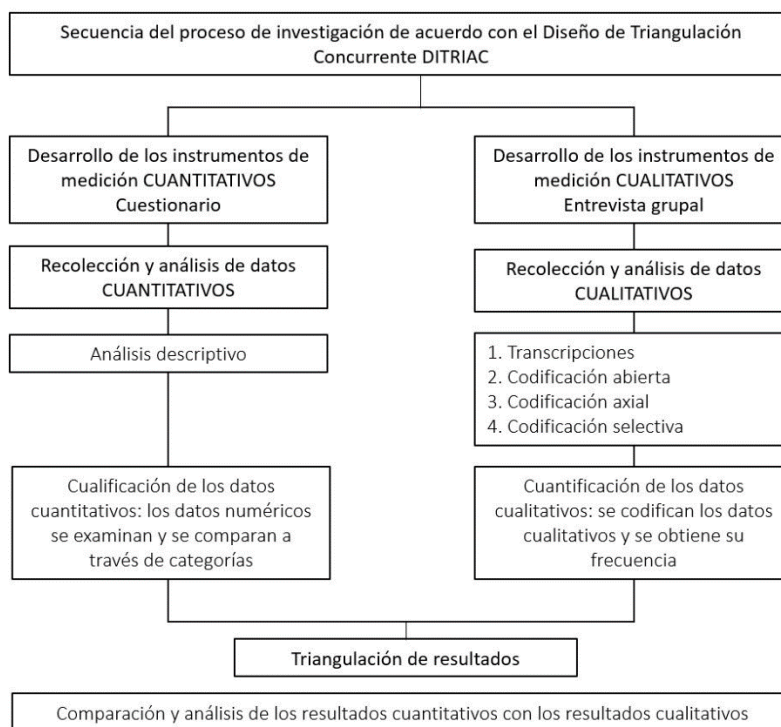
Si bien se han realizado estudios sobre la integración de tecnologías digitales en la educación arquitectónica a nivel mundial, existe una carencia de investigaciones que aborden cómo estas herramientas se utilizan y se integran en programas de estudio específicos en México. De tal forma que la comprensión es limitada en relación a cómo estas tecnologías impactan el proceso de enseñanza-aprendizaje en contextos locales, y si las metodologías pedagógicas empleadas son las más adecuadas para el aprovechamiento de los beneficios de estas tecnologías. Sin una visión clara de cómo estas tecnologías afectan tanto el proceso de enseñanza como los resultados de aprendizaje, existe el riesgo de una incorporación tecnológica que no esté alineada con las necesidades y contextos específicos de los estudiantes y profesores.

Al respecto, existe la necesidad de analizar el estado actual de la incorporación de herramientas digitales enfocadas a la arquitectura, en particular las tecnologías de representación gráfica, en un contexto educativo específico para comprender a profundidad cómo integrarlas a partir de un enfoque pedagógico, en beneficio del proceso enseñanza-aprendizaje de la educación arquitectónica. De esta forma, la investigación tuvo lugar en el plan de estudios (PE) de la Licenciatura en Arquitectura de la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ), a partir de la siguiente pregunta de investigación: ¿cuál es el estado actual de la incorporación de herramientas digitales en las asignaturas de representación gráfica de la Licenciatura en Arquitectura de la UAQ? El objetivo principal fue analizar y comprender cómo se utilizan las herramientas digitales en las asignaturas relacionadas con la representación gráfica dentro del PE de la Licenciatura en Arquitectura en la UAQ. Al identificar las fortalezas y limitaciones del enfoque actual, se podrán diseñar intervenciones educativas más efectivas que promuevan la competencia técnica, la creatividad y la innovación.

Materiales y métodos

En el campo de la educación arquitectónica, las prácticas y experiencias son muy diversas, por lo que la utilización del método mixto permite la obtención de un panorama detallado y preciso. Se utilizó el diseño de investigación para métodos mixtos llamado Diseño de Triangulación Concurrente (DITRIAC), en el cual la recolección y análisis de datos cuantitativos y cualitativos se lleva a cabo de manera simultánea. Los análisis se efectúan por separado y al final se realiza una validación cruzada entre los datos cuantitativos y cualitativos (Fig. 1). Los resultados se comparan y discuten a profundidad en la etapa de interpretación (Hernández *et al.*, 2014).

Figura 1. Proceso de investigación



Fuente: Elaboración propia basada en Hernández *et al* (2014)

El contexto de estudio fue el PE de la Licenciatura en Arquitectura de la UAQ, en específico los procesos de enseñanza aprendizaje vinculados con las tecnologías de representación gráfica. El PE se estructuró de acuerdo con el análisis de las necesidades de la región en su momento, así como en los antecedentes propios de la carrera desde sus inicios. El PE de la Licenciatura en Arquitectura se divide en siete áreas del conocimiento: Diseño y proyectos, Tecnología, Teoría e Historia, Comunicación, Urbano ambiental, Gestión y Formación integral.

Las asignaturas del eje de Comunicación buscan que los estudiantes desarrollen competencia en el lenguaje gráfico, escrito y oral en arquitectura para comunicar proyectos con precisión y con la terminología técnica, aspectos que corresponden con los lineamientos que establece la Acreditadora Nacional de Programas de Arquitectura y Disciplinas del Espacio Habitable A.C. (ANPADEH, 2024), el cual es el organismo acreditador de programas académicos de Educación Superior en Arquitectura en México.

Las asignaturas de este eje que se incluyeron en la investigación fueron Geometría descriptiva, Dibujo técnico, Expresión gráfica, Taller de maquetas y Herramientas digitales para la arquitectura I. Estas se cursan de primero a tercer semestre, de diez que componen el PE. La asignatura de herramientas digitales es seriada en tercer, cuarto y quinto semestre. El resto de asignaturas en este eje son difusión del proyecto, seminario de investigación y seminario de titulación.

La población objeto de estudio fueron los estudiantes de la Licenciatura en Arquitectura de la Universidad Autónoma de Querétaro inscritos en las materias del eje disciplinar de Comunicación: Geometría Descriptiva, Dibujo Técnico, Expresión Gráfica, Taller de maquetas, Herramientas digitales para la arquitectura I de primer a tercer semestre del periodo 2023-2.

El marco muestral cuantitativo y cualitativo se determinó de acuerdo con los siguientes factores: la capacidad de recolección y análisis, y la comprensión y naturaleza del fenómeno. Se consideraron los tamaños de muestra mínimos para estudios cuantitativos y cualitativos de acuerdo con los tipos de estudio transeccional descriptivo y teoría fundamentada con un mínimo de 30 casos como tamaño mínimo de muestra sugerido para la rama cuantitativa, y de 20 a 30 casos para la rama cualitativa (Hernández *et al.*, 2014).

De esta manera, el muestreo a utilizar en el método mixto para ambos enfoques fue el muestreo no probabilístico por conveniencia, en el cual fueron seleccionados 30 casos, seis estudiantes inscritos en cada una de las asignaturas que comprende el estudio, los cuales fueron participantes voluntarios que respondieron a la invitación abierta realizada de manera presencial a través de una plática en su aula de clase. La muestra utilizada en el estudio cuantitativo y en el estudio cualitativo es la misma, es decir, se trata de una única muestra que participa en ambos enfoques.

Investigación cuantitativa

Dentro del ámbito de la investigación cuantitativa, se desarrolló un estudio de tipo transeccional, descriptivo y exploratorio, el cual estuvo enfocado en describir las características del fenómeno de estudio. Se diseñó un cuestionario de 25 preguntas, con 13 preguntas cerradas de opción múltiple, seis preguntas de multirrespuesta y seis preguntas abiertas. La fiabilidad del instrumento fue comprobada de forma cualitativa por tres expertos, que de manera independiente evaluaron la relevancia, pertinencia y congruencia de las preguntas con las variables a medir, así como la claridad y tendenciosidad en la redacción. Las preguntas que obtuvieron total aprobación por parte de los expertos se incluyeron en el cuestionario, aquellas que fueron totalmente rechazadas se eliminaron, mientras que las preguntas con aprobación parcial fueron revisadas y reformuladas para ser validadas nuevamente. Se efectuó una prueba piloto y se realizaron los ajustes. Los cuestionarios fueron aplicados de octubre a noviembre de 2023 de manera física en formato impreso.

Investigación cualitativa

Para la investigación cualitativa, el método implicó sumergirse en los datos recabados y en la búsqueda de clasificaciones, codificaciones y comparaciones de acuerdo con el enfoque de la Teoría Fundamentada (Hernández *et al.*, 2014), con este análisis se busca explicar la realidad e interpretarla. Se diseñó un guión de entrevista grupal semiestructurada dirigido a los estudiantes. La elaboración y aplicación siguió las etapas de la investigación con entrevistas, se inició con la organización temática, diseño y realización de la entrevista. Posteriormente su transcripción, análisis, verificación y redacción del informe (Kvale, 2007).

El análisis comenzó con la codificación abierta, la cual consiste en seccionar los datos en palabras, frases y oraciones para la identificación de categorías y sus propiedades (Hernández *et al.*, 2014). Es decir, se asignaron descriptores, conocidos como códigos, a la información obtenida en las entrevistas. Los códigos y categorías fueron clasificados y comparados hasta alcanzar la saturación, después se continuó con la codificación axial, para finalmente realizar la codificación selectiva, en la que se llegó a la categoría central.

La categoría central es el código que proporciona explicación y coherencia a todos los datos y sus interrelaciones, “explica la mayor variabilidad en el patrón de comportamiento social objeto de estudio” (Carrero *et al.*, 2012, p. 35). La categoría central se determinó a partir de los criterios: relación con otras categorías, frecuencia en los datos, inclusión y vinculación

a otras, claridad de sus implicaciones, y finalmente contribución y aplicación (Hernández *et al.*, 2014).

Resultados de la investigación cuantitativa

Las herramientas digitales que utilizan los estudiantes en sus clases corresponden en su mayoría a herramientas educativas (33%) y herramientas de comunicación e interacción (31%), y en menor medida a *software* de diseño (23%) y herramientas de análisis de datos (10%). Sólo 2% de los estudiantes señaló que no utiliza ninguna herramienta digital en sus clases.

La mayoría de los estudiantes aprendió a utilizar estas herramientas digitales principalmente de manera autodidacta (77%) y el resto aprendió a través de capacitación formal que recibió en la escuela.

Al respecto, 67% de los estudiantes mencionó no haber enfrentado algún desafío al utilizar herramientas digitales en sus clases, sólo 23% afirmó que sí y 10% que tal vez. La manera en que han superado los desafíos a los que se han enfrentado con la utilización de herramientas digitales ha sido a través de preguntar a compañeros o profesores, así como buscar información en Internet, en tutoriales de YouTube o cursos en línea. Mencionaron como desafío no contar con un equipo de cómputo, y para resolverlo tuvieron que comprar uno nuevo. Algunos consideraron que otro desafío es que el tiempo de la clase no es suficiente para resolver dudas.

Los estudiantes prefirieron la representación gráfica digital (43%). Entre las razones de su elección señalaron que la representación gráfica digital proporciona mayor exactitud en los trazos, y consideran que es más rápida y fácil. En segundo lugar, prefirieron ambas, la representación gráfica digital y la representación gráfica manual (33%), debido a que la utilización de ambas técnicas de representación permite complementarse entre sí. Y en último lugar, prefirieron la representación gráfica manual (23%) principalmente por la libertad que les proporciona dibujar a mano y porque aún no tienen nociones de dibujo digital.

La elaboración de planos (31%), la elaboración de bocetos y croquis (29%), la realización de renders (16%) y modelos 3D (16%) son el tipo de trabajo en que los estudiantes utilizan con mayor frecuencia herramientas digitales de representación gráfica. En este sentido, 83% de los estudiantes consideró que las herramientas digitales sí han mejorado la calidad y precisión de sus trabajos, 13% cree que tal vez y el resto indicó que no.

Todos los estudiantes afirmaron que el dominio de las herramientas digitales es esencial para una exitosa carrera como arquitectos. La mayoría de los estudiantes (90%) mencionó que el dominio de estas herramientas requiere de tiempo significativo de práctica y 10% cree que tal vez.

Las herramientas digitales para arquitectura que los estudiantes indicaron como sus favoritas para utilizar en sus clases de la carrera fueron: 1. AutoCAD, 2. Revit y 3. Sketchup. Las prefieren porque son las más comunes, por su practicidad, porque son las que conocen y encuentran su interfaz fácil de manipular y aprender. Consideran que son interactivas y, además, no han tenido contacto con otras herramientas.

Como dispositivo digital favorito para utilizar en sus clases de la carrera, los estudiantes prefirieron la laptop (93%) por su practicidad y comodidad para transportar, por ser común, porque es el que tienen y porque pueden instalar varios *softwares* debido a su capacidad de almacenamiento, además de que el tamaño de la pantalla permite visualizar mejor el trabajo a realizar.

De acuerdo con los resultados, 93% de los estudiantes afirmó que sí conoce qué es la RV, 50% afirmó lo mismo para RA y sólo 20% indicó saber qué es BIM. En este aspecto, 93% de los estudiantes señaló que no ha utilizado o no es usuario de algún *software* específico de RV, RA o BIM.

La mayoría de los estudiantes (87%) afirmó que sí debería aprender a utilizar una aplicación de RV, RA o BIM y sólo 13% que tal vez. Asimismo, 63% de los estudiantes consideró que en mediano plazo serán usuarios de estas tres tecnologías, 33% mencionó que tal vez y 3% que no. A la mayoría de los estudiantes (90%) le gustaría incluir en mayor medida RV, RA o BIM en su programa universitario. Al respecto, 43% de los estudiantes indicó que el PE de la licenciatura sí promueve la utilización de ambas técnicas de representación digital y manual, 33% que tal vez y 23% que no.

En lo que respecta a la percepción de los estudiantes sobre su desarrollo profesional actual, se encontraron dos opciones principales, la primera fue que los estudiantes no reciben capacitación o formación continua para mantener actualizadas sus habilidades en herramientas digitales (40%), y la segunda que si reciben por cuenta propia (37%). Sólo 23% afirmó que recibe capacitación por parte de su institución educativa.

Los estudiantes comentaron que la utilización de herramientas digitales es una necesidad en la carrera, ya que ofrece ventajas en cuanto a la optimización del tiempo y de la eficiencia. Les resulta importante que se les enseñe a utilizar herramientas digitales de

representación gráfica desde primer semestre, a manera introductoria para que, posteriormente, tengan una noción más sólida de su utilización, puesto que mencionaron que aprender al ritmo que llevan una herramienta digital les resulta difícil, cuando no están familiarizados con ella. Asimismo, proponen que la integración sea a la par o en combinación de los métodos tradicionales de representación gráfica para mejorar la creatividad y la generación de ideas.

Aunque los estudiantes consideraron adecuada la forma en que está estructurado el PE, les gustaría que el programa contenga más materiales virtuales de RV. Otro aspecto que visualizan, son las posibles afectaciones de estas tecnologías en un futuro en las técnicas tradicionales debido a su rápida evolución, por lo que consideran que este tema es relevante para abordar en el PE de la carrera.

Resultados de la investigación cualitativa

Se documentaron 121 minutos de grabación en audio de entrevistas grupales, realizadas de octubre a noviembre de 2023. Todas las grabaciones fueron transcritas al pie de la letra mediante procesador de texto. Cada transcripción se analizó en el *software* de análisis cualitativo Atlas.ti a partir de una lectura temática para su codificación abierta, en la cual se obtuvieron 14 categorías y 42 subcategorías (Tabla 1).

Tabla 1. Categorías y subcategorías de la codificación abierta

<p>1. Aprendizaje</p> <ul style="list-style-type: none"> • Autodidacta • Colaborativo • Diversidad de estilos de aprendizaje 	<p>2. Redes sociales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Herramienta de apoyo • Medios de actualización • Medios de aprendizaje autodidacta
<p>3. Comunicación digital</p> <ul style="list-style-type: none"> • Correo electrónico • <i>Drive</i> • <i>Softwares</i> de diseño y técnica manual • Redes sociales • Trabajo en equipo • <i>WhatsApp</i> 	<p>4. Consideraciones de etapa de incorporación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Integración gradual • Sentimiento de no necesitarlo en el presente • Visión de necesidad a futuro
<p>5. Desarrollo profesional</p> <ul style="list-style-type: none"> • Adaptabilidad a las tecnologías • Competitividad mundial • Cursos de introducción a las herramientas digitales • Cursos en línea • Mejores perspectivas de empleo • Necesidad de actualización • Necesidad de mejora 	<p>6. Inteligencia artificial</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cambio en el futuro • Desconocimiento de <i>apps</i> para arquitectura • Facilitar tareas • Herramienta de apoyo • Llamativo, motivación • Pérdida de la creatividad • Visualización realista
<p>7. <i>Softwares</i> de diseño</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comparación de <i>softwares</i> • Control del dibujo • Criterios de elección • Eficiencia • Facilidad de uso • Mayores posibilidades de elaboración • Mejor comprensión del tema • Mejor visualización de proyectos • Modelado 3D 	<p>8. Comparación con otros estudiantes</p> <p>9. Comparativa manual vs digital</p> <p>10. Creatividad</p> <p>11. Desarrollo de habilidades manuales</p> <p>12. Falta de conocimiento</p> <p>13. Independencia tecnológica</p> <p>14. Preocupaciones sobre la tecnología</p>

<ul style="list-style-type: none"> • Necesidad de conocimientos previos • Practicidad • Precisión • Preferencia por uno u otro 	
--	--

Fuente: Elaboración propia

Después de la codificación abierta se realizó una lectura analítica para la codificación axial, a partir de la cual se elaboró una matriz para comparar los extractos de las entrevistas que correspondían con cada codificación. Con el análisis y comparación de cada texto se identificaron patrones para la reducción de categorías (Tabla 2).

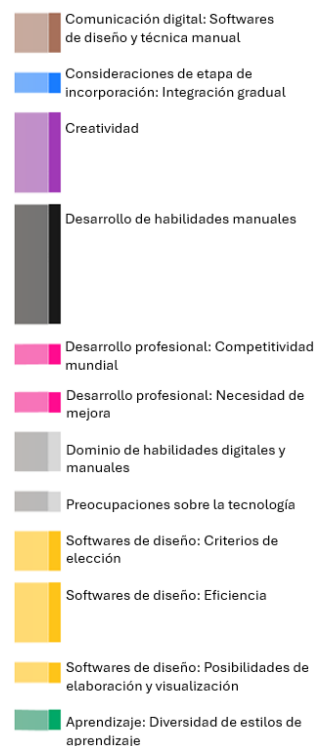
Tabla 2. Codificación axial

Categoría	Se relaciona con
<p>Aprendizaje autodidacta</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se relaciona con diversidad de estilos de aprendizaje, que se manifiesta cuando el alumno identifica su propio modo de aprender: <i>“Siento que sería mejor un tutorial e irme a mi paso y ahora sí, yo soy más de enseñarme a mí mismo, fácil, paso a paso, o ver cómo lo están haciendo, pero soy mucho de regresarme”</i>. • Interviene en el dominio de habilidades digitales y manuales, puesto que a través de la práctica los estudiantes tienen la posibilidad de desarrollar habilidades para utilizar <i>software</i> de diseño. • Los estudiantes utilizan las herramientas digitales de representación gráfica para mejorar su comprensión de los temas de las clases. • Los estudiantes perciben la necesidad de conocimientos previos de <i>software</i> de diseño, por lo que consideran incorporarlos de manera autodidacta y gradualmente para estar familiarizados al enfrentar un trabajo en el futuro: <i>“Empezar a investigar cursos de introducción de ciertos programas, justo para no llegar como en ceros y tener una idea de más o menos cómo trabajarlos”</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> Comunicación digital: Canva Consideraciones de etapa de incorporación: Integración gradual Desarrollo de habilidades manuales Desarrollo profesional: Necesidad de actualización Desarrollo profesional: Necesidad de mejora Dominio de habilidades digitales y manuales Falta de conocimiento Softwares de diseño: Mejor comprensión del tema Aprendizaje: Diversidad de estilos de aprendizaje

- Las redes sociales son una herramienta de apoyo importante para el aprendizaje autodidacta de los estudiantes y han servido para la realización de sus trabajos elaborados de manera manual. YouTube, TikTok y Pinterest son redes en las que los estudiantes se apoyan para su aprendizaje: *“Los videos son una guía y las explicaciones también son una guía. Entonces, ver los videos más la explicación, se forma una manera más fácil de entender la técnica y poder hacerla mejor”*.

Comparativa manual-digital

- Las posibilidades de modificación del dibujo digital en cuanto a la reducción del tiempo en comparativa con técnicas manuales: *“Lo puedes modificar cuantas veces quieras”*, *“el ahorro de tiempo y la facilidad para modificar las cosas porque en papel o en planos a mano alzada, bueno, con instrumentos, un error significaba estar media hora tratando de borrarlo o repetir la lámina entera”*.
- Destacaron las ventajas de lograr mayor precisión con un *software* de diseño: *“Las herramientas digitales son más exactas a que si nosotros lo hacemos”*.
- Señalaron que, aunque sea un proceso tardado aprender las técnicas de representación manual, es necesario para afianzar los conocimientos de representación y diseño, para luego iniciar con estos conocimientos en el manejo de una herramienta digital.
- Realizaron hincapié en que el aprendizaje con la utilización de técnicas manuales y técnicas digitales es diferente y a través de las técnicas manuales relacionan mejor la información para su aprendizaje.
- Algunos estudiantes debatieron la utilidad de las técnicas manuales, sosteniendo que, en el futuro, estas técnicas no serían útiles, ya que con la utilización de *software* de diseño hay considerable optimización de tiempo respecto a la utilización de técnicas a mano.



- En particular los estudiantes de tercer semestre expresaron estar satisfechos en haber aprendido las técnicas manuales para el dibujo y la representación, puesto que esto les facilitó la transición a las herramientas digitales. Señalaron que en el caso de haber llevado las dos técnicas a la par, probablemente su atención se hubiera concentrado en una. Además, mencionaron que la utilización de cada técnica va a depender del caso específico de trabajo que se les presente, por lo que deben “*analizar qué técnica te podría ser más eficiente*”. Si es bocetar, explicar una idea, presentar un croquis, realizar un plano, entre otros, por lo que tienen que desarrollar un dominio de ambas técnicas.
- Los estudiantes destacaron la libertad expresiva de dibujar a mano, permitiendo una mejor transmisión de ideas para dar inicio al proceso de diseño.

Consideraciones de etapa de incorporación. Integración gradual

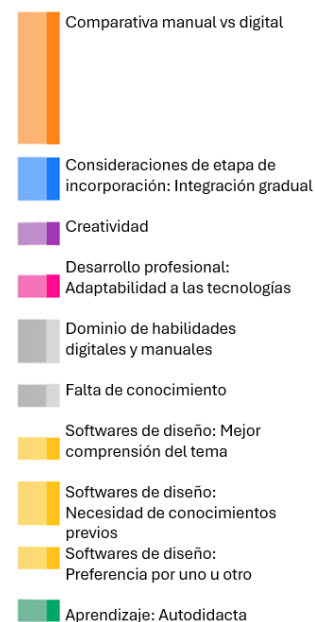
- Los estudiantes señalaron que la incorporación de software de diseño debe ser de manera gradual y comenzar por una introducción.
- Al compararse con otros estudiantes de otras carreras, los estudiantes expresaron la necesidad de incorporar herramientas digitales para arquitectura desde primer semestre de manera introductoria: “*Desde el primer semestre nos podrían introducir a cosas básicas para que se nos facilite después, porque si no sería buscar cursos aparte*”.
- Los estudiantes tienen la visión de necesidad de aprendizaje de *software* de diseño en el futuro, y de no cubrir esta por parte del programa educativo, lo harían de manera autodidacta.
- Destacaron que desde primer semestre a la vez en que se encuentran aprendiendo las técnicas manuales, podrían tener una introducción básica a las herramientas digitales enfocadas al diseño.



- Reconocieron que la utilización eficaz de software de diseño requiere de tiempo de práctica para conocer y aplicar las herramientas: *“Conforme más conoces de esa herramienta, más fácil es aplicarla”, “al principio puede costar un poco, pero creo que con la práctica sí se puede llegar a la par, a llegar a usarse de una manera ya más fácil”*.
- AutoCAD es mencionado como un *software* idóneo para empezar a trabajar en *software* de diseño desde el inicio de la carrera: *“Me hubiera gustado también tener por lo menos como una clase de un día a la semana de AutoCAD”*.

Desarrollo de habilidades manuales








- Los estudiantes expusieron que el desarrollo de habilidades manuales implica mucho tiempo, pero es necesario.
- Los estudiantes consideraron que el aprendizaje a través de las técnicas manuales les permite tener mejor retención de los conceptos de representación, además de ser una forma práctica.
- Estudiantes de tercer semestre señalaron que como no están familiarizados con *software* de diseño, utilizan las técnicas manuales, ya que les resulta más fácil.
- Los estudiantes visualizan en las técnicas manuales mayores posibilidades de expresión, mayor libertad creativa, al contrario de un *software*, en los que se ven limitados sobre todo por el desconocimiento de lo que se puede hacer en él. *“Esa parte de la creatividad, lo que es a mano, y ya las herramientas sólo son para facilitar el tiempo y el proceso para dibujar”*.
- Los estudiantes están conscientes de la esencia artística de la carrera y tienen cierta preocupación en cómo la tecnología proporciona herramientas para crear lo que antes se hacía de forma manual.
- Los estudiantes mencionaron que, al tener dominio de habilidades digitales y manuales, se pueden enfocar totalmente en desarrollar su capacidad creativa.



<ul style="list-style-type: none"> • Destacaron también que el desarrollo de habilidades manuales les proporciona independencia tecnológica hacia las herramientas digitales, les permite resolver sin la necesidad de utilizar un <i>software</i> o una aplicación: <i>“Ir desarrollando esa habilidad y que no estemos como atendidos siempre a un programa”</i>. 	
<p>Desarrollo profesional</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para los estudiantes, la utilización de herramientas digitales está relacionada con mayores niveles de competencia mundial. • Afirmaron que la utilización de herramientas digitales les puede dar mayores posibilidades laborales en México y en otros países, por lo que a través de ellas perciben mejores perspectivas de empleo. • Sketchup y Rhinoceros fueron mencionados por los estudiantes como <i>softwares</i> que se utilizan de manera mundial. AutoCAD, como un <i>software</i> líder para la comunicación en la práctica arquitectónica. • Los estudiantes identificaron que la demanda de proyectos es numerosa en la industria por lo que hay mayor eficiencia con la utilización de herramientas digitales para la arquitectura: <i>“Buscar lo más fácil, lo más rápido, que les haga que funcione su empresa”</i>. • Señalaron que además de las clases, es importante alimentar sus conocimientos de otras fuentes y de manera autodidacta: <i>“Ahorita que llevamos AutoCAD, sí me han sacado de dudas los video tutoriales en YouTube”</i>. • Las opiniones de otras personas forman parte importante de los medios de actualización de los estudiantes: <i>“Me junto mucho con personas de semestres más arriba, y pues ellos son los que me dicen, no, mejor esta herramienta te conviene más”, “muchas veces te llegan publicaciones o te llegan maestros diciéndote <<Está surgiendo este nuevo programa>>”, “en Facebook, hay muchas páginas donde dicen << ¿Qué piensas de este proyecto?>>”</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Comparación con otros estudiantes ■ Comparativa manual vs digital ■ Consideraciones de etapa de incorporación: Integración gradual ■ Desarrollo de habilidades manuales ■ Desarrollo profesional: Adaptabilidad a las tecnologías ■ Desarrollo profesional: Competitividad mundial ■ Desarrollo profesional: Mejores perspectivas de empleo ■ Desarrollo profesional: Necesidad de actualización ■ Desarrollo profesional: Necesidad de mejora ■ Dominio de habilidades digitales y manuales ■ Falta de conocimiento ■ Inteligencia artificial: Facilitar tareas ■ Preocupaciones sobre la tecnología ■ Softwares de diseño: Criterios de elección ■ Aprendizaje: Autodidacta

<ul style="list-style-type: none"> • Las redes sociales constituyen importantes medios de actualización. Los estudiantes señalaron TikTok, Instagram, YouTube y Facebook como plataformas donde encuentran información relevante de arquitectura, las cuales les han permitido conocer sobre <i>software</i> de diseño y proyectos de arquitectura. • Destacaron la iniciación y el dominio en el manejo de herramientas digitales como una necesidad de mejora: <i>“Que en todos los semestres haya al menos una materia”</i>; <i>“No tenemos tantos semestres de herramientas digitales, entonces como que no podríamos llegar a dominarlo bien”</i>. 	
<p>Falta de conocimiento</p> <ul style="list-style-type: none"> • AutoCAD, Sketchup y Revit fueron los <i>softwares</i> de diseño más conocidos por los estudiantes. • Ante la falta de conocimiento de ciertos <i>softwares</i>, los estudiantes utilizan lo que está a su alcance o lo que conocen: <i>“Illustrator, necesitas tener una cuenta ya sea de estudiante o de profesional y siento que también tiene algo que ver con eso, e igual pues nosotros no lo hemos visto aún entonces como que tiene más complejidad en ese aspecto, que por ejemplo Canva”</i>. • Los estudiantes de tercer semestre comentaron que les hubiera gustado llevar desde el inicio de la carrera alguna herramienta digital, ya que ahora carecen de esos conocimientos y se empiezan a saturar con los trabajos de las asignaturas donde les solicitan la utilización de algún <i>software</i> de diseño: <i>“Los profes dan por hecho que ya sabemos y ya nos dejan todos sus proyectos ahí”</i>. • Expresaron su interés en la utilización de la Inteligencia Artificial (IA), en cómo podrían utilizarla como herramienta para facilitar tareas durante el proceso de diseño: <i>“Si nosotros aprendemos a utilizar esa herramienta, pues nos facilitaría, o no nos facilitaría, sino que sería una herramienta más y una muy importante que podríamos utilizar al momento de diseñar”</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> Comparación con otros estudiantes Comunicación digital: Softwares de diseño y técnica manual Consideraciones de etapa de incorporación: Integración gradual Desarrollo de habilidades manuales Desarrollo profesional: Competitividad mundial Desarrollo profesional: Necesidad de mejora Dominio de habilidades digitales y manuales Inteligencia artificial: Herramienta de apoyo Softwares de diseño: Criterios de elección Softwares de diseño: Necesidad de conocimientos previos Softwares de diseño: Posibilidades de elaboración y visualización Aprendizaje: Autodidacta

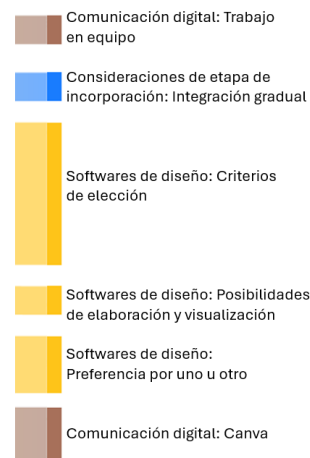
<ul style="list-style-type: none"> • Los estudiantes tienen noción de que hay aplicaciones que crean entornos virtuales avanzados, desconocen el nombre de aplicaciones de RV y RA a través de Oculus Rift, pero consideraron que es una tecnología importante para la visualización de proyectos en un futuro muy próximo en el ámbito educativo: <i>“Todo eso que hacen con los lentes de realidad virtual, no sé cómo se llama, lo que usan, que mediante una aplicación hacen uso de esto para visualizar un proyecto en escala uno a uno, que ya hasta lo recorren con este tipo de aplicaciones. Considero que eso viene a futuro”</i>. 	
<p>Inteligencia artificial</p> <ul style="list-style-type: none"> • Algunos estudiantes tienen noción de que hay aplicaciones de IA enfocadas en arquitectura que pueden utilizar, pero desconocen en específico cuáles: <i>“No sé cómo se llama”</i>. • Tienen la percepción de que la IA les va a facilitar tareas como estudiantes y en su vida profesional, para la visualización de ideas durante el proceso de diseño: <i>“Va a ser un poquito más fácil para nosotros los estudiantes, los arquitectos, como que visualizar una idea que tienes en mente, pues solo le dices a la inteligencia artificial qué quieres, entonces ya te da una imagen realista de lo que sería”</i>. • Los estudiantes ven en las aplicaciones de IA una herramienta de apoyo para la visualización realista de proyectos arquitectónicos: <i>“Te da la posibilidad de poder visualizar mejor los proyectos, por ejemplo, actualmente ya se usa mucho la inteligencia artificial para poder ver de forma más real el proyecto en la cuestión física”</i>. • Los estudiantes consideraron a la IA como una herramienta de apoyo, más que una herramienta que les haga el trabajo: <i>“Hay como una diferencia entre apoyarte de las inteligencias artificiales y dejárselo completamente a las inteligencias artificiales”</i>. • Reflexionaron sobre ciertas preocupaciones, como que el trabajo del arquitecto podría ser reemplazado por una IA: <i>“[Podrían decir</i> 	<ul style="list-style-type: none"> Falta de conocimiento Inteligencia artificial: Desconocimiento de app para arquitectura Inteligencia artificial: Facilitar tareas Inteligencia artificial: Herramienta de apoyo Preocupaciones sobre la tecnología Softwares de diseño: Posibilidades de elaboración y visualización Desarrollo profesional: Necesidad de actualización

<p><i>algunos clientes] <<Nada más le meto las cosas y ya, ¿para qué contrato a un arquitecto?>> Pero también siento que, si nosotros la sabemos usar, también te podemos cobrar por eso”, “se tiene la mala concepción de que la inteligencia artificial vino a quitarle el trabajo a muchas personas, entre ellas a nosotros los arquitectos, cuando en realidad no es así”.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Los estudiantes de dibujo técnico mencionaron que están utilizando algunas de esas aplicaciones de IA. A partir de la asignación de parámetros crean imágenes que toman como referencia para combinar con el boceto a mano y así obtener una imagen final: <i>“Combinamos en un boceto lo que estamos haciendo manualmente con la IA para que nos dé una imagen”.</i> • La utilización de IA se asocia con la pérdida de la creatividad, como mencionaron algunos estudiantes: <i>“La inteligencia artificial puede ser arma de doble filo. Puedes basar completamente tu trabajo y como que no tendrías tanto la habilidad, o perderías un poco la habilidad, creatividad que se requiere como arquitecto”.</i> 	
<p>Preocupaciones sobre la tecnología</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los estudiantes mencionaron que las nuevas tecnologías les impresionan y que estas van a tener un fuerte impacto: <i>“Hay algunas aplicaciones que te pueden dar las plantas, el techo, y realmente si asusta”.</i> • Las preocupaciones de los estudiantes sobre la tecnología están relacionadas con la necesidad de actualizarse continuamente. Expresaron que, debido a los acelerados avances tecnológicos, la educación en medios digitales es esencial: <i>“Es como esencial tener esa educación o al menos, aunque sea un poquito en los medios digitales y todo eso, por cómo se están moviendo las cosas, porque ya no es lo mismo que antes. Siento que, si no lo hacemos, quedaremos como obsoletos”.</i> 	<ul style="list-style-type: none">  Creatividad  Desarrollo profesional: Adaptabilidad a las tecnologías  Desarrollo profesional: Competitividad mundial  Desarrollo profesional: Necesidad de actualización  Desarrollo profesional: Necesidad de mejora  Inteligencia artificial: Herramienta de apoyo  Comparativa manual vs digital

- Existe asombro, incertidumbre y cierta preocupación con las aplicaciones de arquitectura y diseño de IA que actualmente están surgiendo: *“A mí también me asustó que estuvieran saliendo tantas”, “Probablemente quitarían lo artístico”*.
- Los estudiantes mencionaron que la enseñanza con técnicas manuales va en descenso y que esta tendencia continuará. Es decir, que está ocurriendo un desplazamiento de las técnicas manuales por la utilización de las herramientas digitales: *“Creo que en algún punto se va a dejar de diseñar un poco más a mano, o sea, sí lo estamos aprendiendo, pero creo que es un poquito menos y siento que va a ir bajando como esa necesidad”*.
- Se tiene preocupación por enfocarse mayormente en el dominio de las herramientas digitales para la arquitectura y descuidar el proceso de diseño y su finalidad: *“Que haya gente que se dedique a hacer arquitectura, no por el diseño, sino por tener una oportunidad de trabajo con esos programas”*.

Softwares de diseño: comparación de softwares

- Los estudiantes consideraron Revit como un software que se relaciona con la forma de diseñar.
- Señalaron que la utilización de AutoCAD se centra en representaciones gráficas en 2D, mientras que para la realización de representaciones tridimensionales consideraron la elección de softwares como Sketchup: *“Sketchup nos podría ayudar a ver algo más ya en 3D más que AutoCAD”*.
- Para la elección de software, los estudiantes señalaron que tienen que valorar los pros y contras de cada uno, de acuerdo con el trabajo que vayan a realizar. Valorar lo que el software les permita realizar y con qué facilidad, si permite realizar modelos en 3D o trabajos en equipo o en línea. Tienen preferencia por la plataforma Canva para realizar sus presentaciones, láminas o carteles, ya que pueden trabajar en equipo en tiempo real y tiene diversas opciones de



diseño a diferencia de otras herramientas, entre las que comentaron como PowerPoint o Presentaciones de Google.

Softwares de diseño: criterios de elección

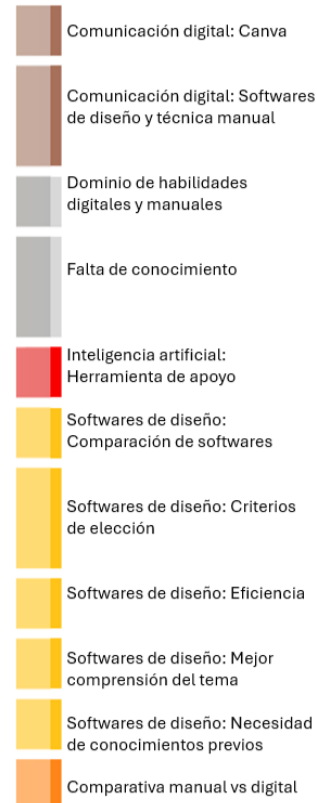
Los estudiantes se basan en lo siguiente para elegir una determinada herramienta digital de arquitectura:

- Practicidad.
- Facilidad de uso y de aprendizaje.
- Acceso al *software*: si es gratuito o si tiene suscripción para estudiantes. En algunos casos, hay utilización de versiones no oficiales de los *softwares*.
- Los pros y contras de cada aplicación, *software* o herramienta. A partir de una investigación, se selecciona la herramienta de acuerdo con el trabajo a realizar.
- Si permite el trabajo en equipo en tiempo real *online*.
- Por su popularidad. Si es el que la mayoría utiliza (como AutoCAD), hay mayor facilidad de comunicación.
- Si es un *software* actual.
- Por su complejidad de utilización de básico a complejo: “Una que nos empiece a inducir a la siguiente, o sea, tal vez de acuerdo al grado de dificultad de cada herramienta”.
- Si permite la realización de representaciones tridimensionales o *renders*, de acuerdo con el trabajo que vayan a realizar.



Softwares de diseño: posibilidades de elaboración y visualización

- Los estudiantes clasificaron algunos *softwares* de acuerdo con la representación gráfica a realizar. AutoCAD para la representación 2D y Sketchup para la representación 3D, *“Sketchup que puedes hacer como formas que no sean nada más bidimensionales”*, y con ello su grado de complejidad como de lo 2D (inicial) a lo 3D (complejo). Los alumnos de tercer semestre destacaron a Sketchup como un software práctico de utilizar: *“Sketchup, que es como lo más sencillo y lo más fácil de usar, por ahora”*.
- De esta manera, se identifican dos formas de visualización que emergen de este código:
 1. La visualización a través de herramientas digitales para comprender mejor un tema de clase: *“La vez que tuvimos la clase en línea fue mucho más claro y se vio con más precisión”, “que me diera la visibilidad o en cortes o así para saber cómo hacerlos”*.
 2. La visualización realista a partir de la elaboración de representaciones gráficas en *software* de diseño para presentar o ver un proyecto que los estudiantes realicen: *“Se usa mucho la inteligencia artificial para poder ver de forma como más real el proyecto”*.



Fuente: Elaboración propia

Finalizada la codificación axial, se realizó la codificación selectiva, la cual consistió en la relación de las categorías reducidas con un eje central para la nueva categoría emergente. Con la codificación selectiva se encontró que la incorporación de tecnologías de representación gráfica depende de las etapas del proceso de diseño, es así que este concepto se convierte en la categoría emergente central (Fig. 2). De esta forma, se pueden distinguir dos etapas principales de este: 1. El proceso creativo (análisis conceptual) y 2. El proceso de desarrollo (elaboración esquemática a detallada).

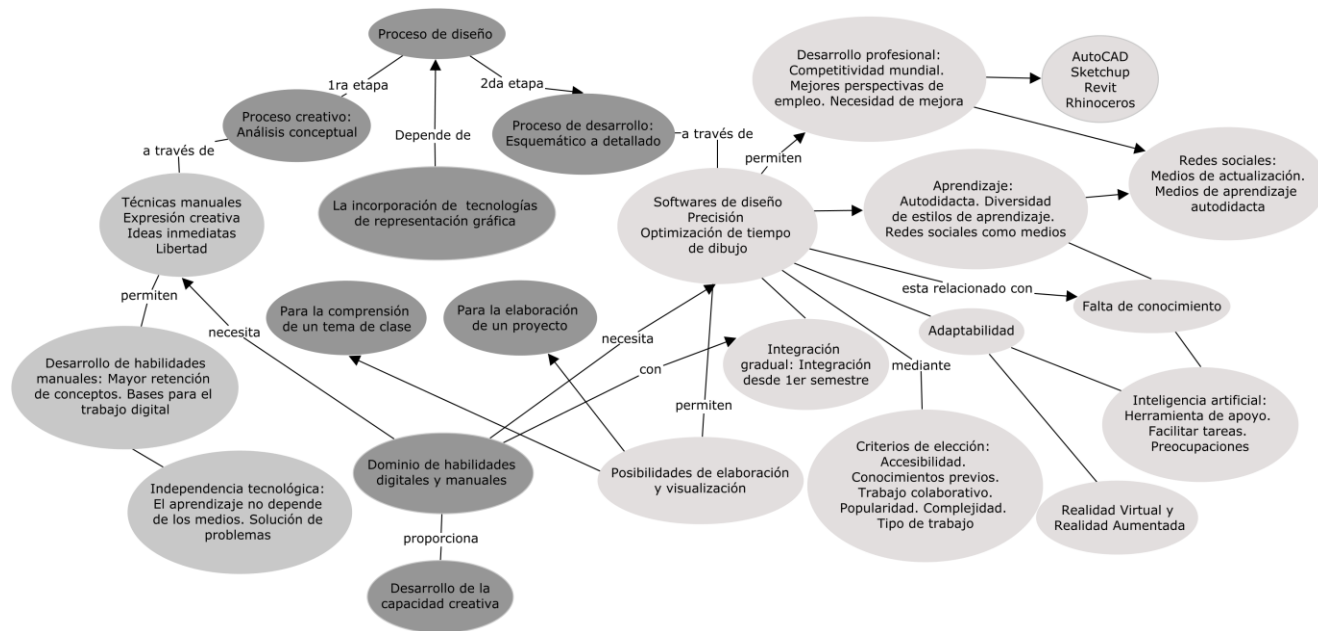
Cada etapa se caracteriza por la utilización principal entre técnica de representación manual y técnica digital. Ambas técnicas describen la facilidad de la modificación, pero sus ventajas y desventajas cambian cuando se aplican al proceso de diseño:

1. Existe facilidad de expresión, libertad y modificación del dibujo a mano cuando se requiere bocetar y representar ideas inmediatas, lo que se relaciona directamente con el desarrollo de la creatividad.

2. Una vez que las ideas se consolidan, se requiere una representación de la ejecución de esas ideas, es decir, el proyecto. Este proceso va desde lo esquemático hasta lo detallado. Su realización se facilita a través de *software* de diseño debido a la precisión y visualización del dibujo digital.

Para los estudiantes, la utilización de herramientas digitales para la arquitectura representa la optimización de tiempo de dibujo, mientras que el trabajo manual lo relacionan con la parte creativa, y es que el trabajo creativo se basa en la intuición y en la sensibilidad del arquitecto, mediante la comprensión de contextos sociales, deseos del cliente y particularidades para cada proyecto (Chumpitaz, 2020).

Figura 2. Diagrama de la codificación selectiva



Fuente: Elaboración propia

Discusión

A partir de la triangulación de resultados de los métodos utilizados para la investigación (Tabla 3), se obtuvieron las siguientes conclusiones acerca del estado actual de la incorporación de herramientas digitales en las asignaturas enfocadas a la representación gráfica del PE de la Licenciatura en Arquitectura de la UAQ:

- Las redes sociales y los videotutoriales representan importantes medios de aprendizaje ubicuo y de actualización.
- El aprendizaje de las herramientas digitales por parte de los estudiantes se logra principalmente de manera autodidacta.
- Hay una preferencia notable hacia las herramientas digitales para la arquitectura sobre las técnicas tradicionales manuales, las principales razones son la precisión y la optimización de tiempo en el dibujo.
- Se reconoce la necesidad de aprendizaje de técnicas manuales tradicionales para la representación arquitectónica.
- AutoCAD, Revit y Sketchup son *softwares* que los estudiantes identifican como importantes en el área y con la necesidad de aprender.
- Tecnologías como RV, RA, BIM y aplicaciones de IA son percibidas como tecnologías que les gustaría incorporar en mayor medida en el PE de la carrera.
- Existe incertidumbre y especulaciones acerca del reemplazo de las técnicas tradicionales manuales por la utilización de *software* y aplicaciones de diseño.
- La incorporación de herramientas digitales para la arquitectura debe ser un proceso gradual desde primer semestre para lograr el dominio de las habilidades digitales. Esto debe hacerse sin descuidar el desarrollo de habilidades manuales y el propio proceso de diseño.

Tabla 3. Triangulación de resultados de acuerdo con el DITRIAC

Investigación cuantitativa	Investigación cualitativa
Uso principal de herramientas digitales educativas y de interacción social. De tal manera que los estudiantes no enfrentan desafíos importantes en la utilización de estas herramientas.	Las redes sociales son medios importantes de aprendizaje y actualización. Ciertos <i>softwares</i> o aplicaciones de redes sociales permiten que los estudiantes tengan mayor control de su aprendizaje de acuerdo con sus necesidades.
Desafíos relacionados con dudas de clase y con el equipo de cómputo requerido para trabajar con <i>software</i> de diseño. Los estudiantes lo han resuelto a través de preguntar a compañeros y profesores, con videotutoriales y adquiriendo equipo de cómputo.	Los videotutoriales destacan como medios de aprendizaje por la posibilidad de aprender de ellos en cualquier momento y en cualquier lugar, así como la posibilidad de aprender a su propio ritmo, y poder clarificar conceptos o procedimientos.
El aprendizaje de las herramientas digitales es principalmente de manera autodidacta.	Debido a la falta de conocimiento en ciertos <i>softwares</i> que se les solicitan, los estudiantes tienen que aprender por su cuenta.
Existe preferencia por la representación gráfica digital debido a su precisión, rapidez y facilidad.	Percepción de las técnicas manuales como un proceso tardado y complicado de llevar a cabo, por lo que los estudiantes hacen notar su preferencia por los <i>softwares</i> de diseño debido a su practicidad, a la posibilidad de una mejor visualización y por el control del dibujo para realizar modificaciones en menor tiempo.
Utilización de herramientas digitales de representación gráfica	El uso de herramientas digitales en arquitectura permite crear más dibujos en menor tiempo y facilita la corrección de detalles.

<p>principalmente para la elaboración de planos.</p>	
<p>El dominio de las herramientas digitales requiere de tiempo significativo de práctica, pero es esencial para una exitosa carrera como arquitectos.</p>	<p>Ambas técnicas manual y digital son importantes para el desarrollo profesional, y debe existir un balance entre ambas para el aprendizaje.</p>
<p>Preferencia por AutoCAD, Revit y Sketchup porque son los <i>softwares</i> que conocen, los perciben como populares, prácticos y fáciles de aprender.</p>	<p>Percepción de AutoCAD como <i>software</i> líder en el área. Su utilización puede resultar difícil al inicio, pero con la práctica es fácil de aprender a utilizarlo. Proporciona las bases para la utilización de otros <i>softwares</i> como Revit o Sketchup.</p>
<p>La RV es la más conocida por los estudiantes, y les gustaría incluir en mayor grado RV, RA y BIM en el PE de la carrera.</p>	<p>Noción de aplicaciones que generan entornos virtuales avanzados. Los estudiantes creen que estas tecnologías serán esenciales para la representación visual de proyectos en el futuro.</p>
<p>Insuficiente capacitación para mantener actualizadas las habilidades en herramientas digitales. Los estudiantes buscan adquirir estas habilidades por sus propios medios.</p>	<p>Además de las clases, los estudiantes enriquecen su conocimiento a partir de diversas fuentes y mediante un proceso de aprendizaje autodidacta. Los estudiantes de tercer semestre señalaron que no hay clases suficientes de herramientas digitales para la arquitectura en el PE, por lo que no pueden adquirir un dominio de estas.</p>
<p>Introducción al uso de herramientas digitales de representación gráfica desde primer semestre, para comprender mejor su funcionamiento.</p>	<p>La integración gradual desde lo básico de <i>software</i> de diseño desde primer semestre permitiría el dominio de habilidades digitales en paralelo a las manuales.</p>

<p>Los estudiantes consideraron adecuada la forma en que está estructurado el PE, pero les gustaría que el programa contenga más materiales de RV.</p>	<p>Satisfacción de los estudiantes en haber aprendido las técnicas manuales para el dibujo y la representación, puesto que esto les facilitó la transición a las herramientas digitales.</p>
<p>Afectaciones en las técnicas tradicionales a causa de la utilización de nuevas tecnologías y a su rápida evolución, esto se convierte en un tema relevante para abordar en el PE de la carrera.</p>	<p>La enseñanza con técnicas manuales va en descenso y esta disminución continuará. Los estudiantes perciben el desplazamiento de las técnicas manuales por la utilización de las herramientas digitales.</p>

Fuente: Elaboración propia

El estudio sobre la integración de redes sociales en la educación arquitectónica ha tomado relevancia en la búsqueda por fomentar la participación y el compromiso digital de los estudiantes de arquitectura en la educación híbrida en línea, a partir de un enfoque que reconoce el diseño como un proceso de interacción y experiencia, en el cual las redes sociales pueden mejorar los niveles de participación dentro del diseño pedagógico (Bakir y Alsaadani, 2022). Esto sugiere que las plataformas sociales pueden ser utilizadas estratégicamente para facilitar una mayor interacción entre los estudiantes, los profesores y el contenido educativo, para enriquecer el proceso de aprendizaje mediante nuevas formas de participación y colaboración.

El análisis realizado sobre la incorporación de herramientas digitales en el programa de la Licenciatura en Arquitectura de la UAQ coincide con la propuesta de un estudio que se efectuó sobre la integración de aplicaciones informáticas en 20 de las mejores escuelas de arquitectura internacionales y ocho departamentos de arquitectura en universidades egipcias, el cual reveló que 68% de estas aplicaciones se incluyen en el estudio de diseño, mientras que 32% se imparten como cursos independientes (Soliman *et al.*, 2019). El estudio propone que integrar aplicaciones informáticas en todos los años de los planes de estudio sería más eficiente.

Conclusiones

La presente investigación de enfoque mixto permitió explorar a profundidad las condiciones de incorporación de herramientas digitales en un contexto educativo universitario de México, a través de la percepción de los estudiantes de arquitectura. Esta percepción indica que la incorporación de *software* de diseño, además de incluir la integración gradual semestral de acuerdo con las necesidades de los estudiantes, también está determinada por el propio proceso de diseño. La utilización de *software* de diseño depende de las características del proceso de diseño. Asimismo, su uso presenta limitaciones como la falta de conocimiento y las posibilidades que ofrece determinado *software*, sobre el cual se requiere inicialmente de tiempo para familiarizarse con él.

Dada la utilización de las redes sociales que los estudiantes realizan para su aprendizaje, se sugieren estrategias para fomentar una participación activa y continua en las clases, adaptándose a diversas modalidades educativas como presencial, virtual o híbrida. Esto incluye actividades que orienten el aprendizaje autodidacta y se alineen con el estilo de vida contemporáneo, en las que plataformas como Facebook, YouTube, TikTok e Instagram son elementos comunes de la vida diaria.

Es necesario incorporar herramientas digitales para la arquitectura de manera gradual en todos los semestres, especialmente al inicio de la carrera, para que los estudiantes adquieran nociones básicas y las dominen en años posteriores. Para lograr esta incorporación gradual, se requiere un marco pedagógico que guíe y modere su adecuada implementación. Este marco debe considerar el proceso de diseño, puesto que el desarrollo de las habilidades manuales debe persistir para el desarrollo de la capacidad creativa que interviene en la resolución de problemas. Por lo tanto, se requiere que los estudiantes desarrollen ambas habilidades, digitales y manuales, para hacer frente a las necesidades actuales de la industria de la construcción y edificación. De esta manera se puede garantizar que los futuros profesionales tengan una formación completa y versátil acorde con la realidad actual.

Futuras líneas de investigación

Es importante reconocer como limitaciones de esta investigación, la necesidad de la comprensión de las percepciones y roles de los profesores en la integración efectiva de herramientas digitales en la enseñanza de la arquitectura, así como las barreras que enfrentan al adoptar y utilizar estas herramientas en su práctica pedagógica. Por lo tanto, futuras investigaciones podrían considerar estas perspectivas para obtener una visión más completa de la incorporación de herramientas digitales en la educación arquitectónica.

Es fundamental desarrollar líneas de investigación que ofrezcan nuevos enfoques en el proceso de enseñanza aprendizaje de la arquitectura en la educación superior, en correspondencia con los avances tecnológicos actuales. Esto en cuanto a las herramientas digitales que pueden apoyar en el aprendizaje y la práctica del diseño arquitectónico, considerando las implicaciones que puede tener la disminución del uso de técnicas manuales y el impacto de una integración equilibrada entre técnicas manuales y digitales.

Agradecimientos

La primera autora agradece al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT) y al Doctorado en Tecnología Educativa, Universidad Autónoma de Querétaro por su apoyo y patrocinio para la realización de este trabajo.

Referencias

- Acreditadora Nacional de s de Arquitectura y Disciplinas del Espacio Habitable [ANPADEH]. (2024). Manual General para los Procesos de Acreditación de Programas de Arquitectura de la ANPADEH 2024. Recuperado de <http://www.anpadeh.org.mx/>
- Bakir, R. y Alsaadani, S. (2022). What, who, and when? How social networking achieves online digital engagement in an architectural design studio. *Journal of Engineering and Applied Science*, 69(1), 56. DOI: 10.1186/s44147-022-00101-8
- Bashabsheh, A. K., Alzoubi, H. H. y Ali, M. Z. (2019). The application of virtual reality technology in architectural pedagogy for building constructions. *Alexandria engineering journal*, 58(2), 713–723. DOI: 10.1016/j.aej.2019.06.002
- Boumaraf, H. y İnceoğlu, M. (2020). Integrating 3D Printing Technologies into Architectural Education as Design Tools. *Emerging science journal*, 4(2), 73–81. DOI: 10.28991/esj-2020-01211
- Castelo-Branco, R., Caetano, I. y Leitão, A. (2022). Digital representation methods: The case of algorithmic design. *Frontiers of Architectural Research*, 11(3), 527–541. DOI: 10.1016/j.foar.2021.12.008
- Carrero Planes, V., Trinidad Requena, A. y Soriano Miras, R. M. (2012). Teoría fundamentada "Grounded Theory": el desarrollo de teoría desde la generalización conceptual (2.ª ed.). CIS - Centro de Investigaciones Sociológicas.
- Chumpitaz Requena, F. (2020). Inteligencia artificial y/o el arquitecto. *Limaq*, 006, Article 006. DOI: 10.26439/limaq2020.n006.4820
- Fromm, J., Radianti, J., Wehking, C., Stieglitz, S., Majchrzak, T. A. y Vom Brocke, J. (2021). More than experience? - On the unique opportunities of virtual reality to afford a holistic experiential learning cycle. *The Internet and Higher Education*, 50, 100804. DOI: 10.1016/j.iheduc.2021.100804
- Hajirasouli, A. y Banihashemi, S. (2022). Augmented reality in architecture and construction education: State of the field and opportunities. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 19(1), 39. DOI: 10.1186/s41239-022-00343-9
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la investigación (6.ª ed.). McGraw-Hill.
- Hossain, S. T. y Bin Zaman, K. M. U. A. (2022). Introducing BIM in Outcome Based

- Curriculum in undergraduate program of architecture: Based on students perception and lecture-lab combination. *Social Sciences & Humanities Open*, 6(1), 100301. DOI: 10.1016/j.ssaho.2022.100301
- Krüger, J. M., Palzer, K. y Bodemer, D. (2022). Learning with augmented reality: Impact of dimensionality and spatial abilities. *Computers and Education Open*, 3, 100065. DOI: 10.1016/j.caeo.2021.100065
- Kvale, S. (2007). *Doing Interviews*. (Book 2 of The SAGE Qualitative Research Kit). Sage.
- Mahmoud Ali, S. (2020). The Role of Visualization Software in Architectural. *Revista de Arquitectura, Artes y Humanidades*, 5(24), 26–43. DOI: 10.21608/mjaf.2020.23435.1496
- Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J. y Wohlgenannt, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers & Education*, 147, 103778. DOI: 10.1016/j.compedu.2019.103778
- Redyantanu, B. P. y Asri, A. (2021). Impact of simple virtual technology application in architectural education. *Dimensi (Surabaya)*, 48(2), 87–96. DOI: 10.9744/dimensi.48.2.87-96
- Soliman, S., Taha, D. y El Sayad, Z. (2019). Architectural education in the digital age: Computer applications: Between academia and practice. *Alexandria Engineering Journal*, 58(2), 809–818. DOI: 10.1016/j.aej.2019.05.016

Rol de Contribución	Autor (es)
Conceptualización	Principal: Luz Angélica Mondragón del Angel Que apoya: Sandra Luz Canchola Magdaleno
Metodología	Luz Angélica Mondragón del Angel
Software	No aplica
Validación	Principal: Luz Angélica Mondragón del Angel Que apoya: Sandra Luz Canchola Magdaleno
Análisis Formal	Principal: Luz Angélica Mondragón del Angel Que apoya: Sandra Luz Canchola Magdaleno
Investigación	Principal: Luz Angélica Mondragón del Angel Que apoya: Sandra Luz Canchola Magdaleno
Recursos	Luz Angélica Mondragón del Angel
Curación de datos	Principal: Luz Angélica Mondragón del Angel Que apoya: Sandra Luz Canchola Magdaleno
Escritura - Preparación del borrador original	Luz Angélica Mondragón del Angel
Escritura - Revisión y edición	Principal: Luz Angélica Mondragón del Angel Que apoya: Sandra Luz Canchola Magdaleno
Visualización	Luz Angélica Mondragón del Angel
Supervisión	Principal: Luz Angélica Mondragón del Angel Que apoya: Sandra Luz Canchola Magdaleno
Administración de Proyectos	Principal: Luz Angélica Mondragón del Angel Que apoya: Sandra Luz Canchola Magdaleno
Adquisición de fondos	Principal: Luz Angélica Mondragón del Angel Que apoya: Sandra Luz Canchola Magdaleno