



Universidad Autónoma de Querétaro

Facultad de Informática

Doctorado en Tecnología Educativa

Diseño de un Modelo Pedagógico basado en la incorporación de Tecnologías de Representación Gráfica para la Educación Superior en arquitectura

Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el Grado de

Doctora en Tecnología Educativa

Presenta

Luz Angélica Mondragón del Angel

Dirigida por:

Dra. Sandra Luz Canchola Magdaleno

Querétaro, Qro. a 22 de julio 2026

La presente obra está bajo la licencia:
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>



CC BY-NC-ND 4.0 DEED

Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

Usted es libre de:

Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato

La licenciante no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia

Bajo los siguientes términos:



Atribución — Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante.



NoComercial — Usted no puede hacer uso del material con [propósitos comerciales](#).



SinDerivadas — Si [remezcla, transforma o crea a partir](#) del material, no podrá distribuir el material modificado.

No hay restricciones adicionales — No puede aplicar términos legales ni [medidas tecnológicas](#) que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia.

Avisos:

No tiene que cumplir con la licencia para elementos del material en el dominio público o cuando su uso esté permitido por una [excepción o limitación](#) aplicable.

No se dan garantías. La licencia podría no darle todos los permisos que necesita para el uso que tenga previsto. Por ejemplo, otros derechos como [publicidad, privacidad, o derechos morales](#) pueden limitar la forma en que utilice el material.



Universidad Autónoma de Querétaro

Facultad de Informática

Doctorado en Tecnología Educativa

Diseño de un Modelo Pedagógico basado en la incorporación de Tecnologías de
Representación Gráfica para la Educación Superior en arquitectura

Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el Grado de
Doctora en Tecnología Educativa

Presenta

Luz Angélica Mondragón del Angel

Dirigida por:

Dra. Sandra Luz Canchola Magdaleno

Dra. Sandra Luz Canchola Magdaleno
Presidente

Dr. Alexandro Escudero Nahón
Secretario

Dra. Emma Patricia Mercado López
Vocal

Dra. Reyna Moreno Beltrán
Suplente

Dr. Eduardo Aguirre Caracheo
Suplente

Centro Universitario, Querétaro, Qro.

Julio 2026

México

DEDICATORIAS

A mi familia, por su amor, paciencia y apoyo incondicional a lo largo de este camino. Especialmente a mis hijos Rodrigo Ariel, Alejandro y a mi hija Arely por ser mi mayor inspiración y el motor que dio sentido a cada esfuerzo. A quienes, con su comprensión y compañía, hicieron posible la culminación de este proyecto.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) y al Doctorado en Tecnología Educativa, Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ), por su apoyo para la realización de este trabajo.

A la Facultad de Informática y al programa de Doctorado en Tecnología Educativa. A la Facultad de Ingeniería, institución donde laboro como docente y donde se situó la investigación.

Un agradecimiento especial a mi directora de tesis, la Dra. Sandra Luz Canchola Magdaleno, por su invaluable guía y apoyo. Asimismo, quiero agradecer su apoyo, guía y recomendaciones a los miembros del sínodo el Dr. Alexandro Escudero-Nahón, la Dra. Emma Patricia Mercado López, la Dra. Reyna Moreno Beltrán y el Dr. Eduardo Aguirre Caracheo.

Extiendo mi agradecimiento a mis maestros del doctorado, así como a mis compañeros por la experiencia compartida. También a los estudiantes y docentes que participaron de manera voluntaria en este estudio, especialmente a la Licenciatura en Arquitectura de la UAQ, cuya colaboración fue fundamental para la validación del Modelo Pedagógico.

Finalmente, a mi familia, mis papás, mis hijos y mi esposo, cuyo apoyo y comprensión fueron esenciales para la conclusión de este trabajo académico.

ÍNDICE

DEDICATORIAS	3
AGRADECIMIENTOS	4
ÍNDICE	5
ÍNDICE DE TABLAS	8
ÍNDICE DE FIGURAS	10
ABREVIATURAS Y SIGLAS	12
RESUMEN	13
ABSTRACT	15
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	17
1.1 Planteamiento del problema	17
1.2 Justificación de la investigación	20
1.3 Preguntas de investigación	23
1.4 Proposición de investigación y objetivos	23
CAPÍTULO 2. ANTECEDENTES	25
CAPÍTULO 3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	30
3.1 El diseño arquitectónico	30
3.1.1 El proyecto arquitectónico	35
3.1.2 La representación en arquitectura	37
3.2 El proceso de enseñanza-aprendizaje en la educación arquitectónica	40
3.3 El constructivismo y su relación con la incorporación de tecnologías en la educación arquitectónica	41
3.3.1 El aprendizaje en la educación en arquitectura	44
3.3.2 El Aprendizaje Basado en Problemas	46
3.3.3 Evaluación del aprendizaje en el ABP	50
3.4 Tecnologías utilizadas en la Educación Superior en arquitectura	51
3.4.1 Clasificación y características	52
3.4.2 Formas de incorporación de las tecnologías en la educación arquitectónica	55
3.4.3 Evaluación del impacto de las tecnologías dentro de la educación arquitectónica	57

3.4.4 Recomendaciones de la incorporación de tecnologías en la educación arquitectónica	58
CAPÍTULO 4. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	61
4.1 Diseño de la investigación	61
4.2 Investigación Basada en Diseño.....	64
4.3 Análisis de la situación y definición del problema	66
4.3.1 Identificación del estado actual de la problemática	66
4.3.2 Análisis del contexto educativo, investigación de campo	68
4.4 Desarrollo de soluciones de acuerdo con una fundamentación teórica	74
4.4.1 Diseño del Modelo Pedagógico de Tecnologías de Representación Gráfica.....	74
4.4.2 Plan de implementación del MP-TRG	78
CAPÍTULO 5. RESULTADOS	80
5.1 Diagnóstico de incorporación de herramientas digitales en la Educación Arquitectónica	80
5.1.1 Resultados de la investigación cuantitativa	82
5.1.2 Resultados de la investigación cualitativa	91
5.1.3 Triangulación de resultados	96
5.2 Primera iteración del MP-TRG.....	98
5.2.1 Selección de los recursos de aprendizaje	98
5.2.2 Diseño del aprendizaje	101
5.2.3 Implementación	107
5.2.4 Grado de éxito y evaluación	115
5.2.5 Validación de la primera iteración	118
5.3 Segunda iteración del MP-TRG.....	124
5.3.1 Selección de los recursos de aprendizaje	126
5.3.2 Diseño del aprendizaje	127
5.3.3 Implementación	130
5.3.4 Grado de éxito y evaluación	135
5.3.5 Validación de la segunda iteración. Diseño cuantitativo.	136
5.3.6. Validación de la segunda iteración. Diseño cualitativo.	139
CAPÍTULO 6. DISCUSIÓN	148

CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES	155
CAPÍTULO 8. REFERENCIAS	161
CAPÍTULO 9. ANEXOS	171
Anexo 1. Cuestionario ACUTIC versión adaptada.....	171
Anexo 2. Guión de entrevista aplicada a profesores de las asignaturas de comunicación.....	174
Anexo 3. Guión de entrevista aplicada a estudiantes de las asignaturas de comunicación.....	175
Anexo 4. Cuestionario aplicado a profesores y estudiantes de las asignaturas de comunicación.....	176
Anexo 5. Cuestionarios de usabilidad.....	180
Anexo 6. Unidades y objetivos de aprendizaje	185
Anexo 7. Preguntas de la evaluación diagnóstica de los estudiantes.....	187
Anexo 8. Materiales de aprendizaje.....	188
Anexo 9. Guía de planificación docente bajo el MP-TRG.....	193
PRODUCTOS DERIVADOS DE LA TESIS	196
Publicaciones.....	196
Congresos.....	202

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1	Definiciones de arquitectura por autores reconocidos en el área	30
Tabla 3.2	Modelos del proceso de diseño arquitectónico.....	32
Tabla 3.3	Método de diseño ILCH.....	34
Tabla 3.4	Clasificación de los medios de representación arquitectónica en relación con el aprendizaje.....	39
Tabla 3.5	Modalidades principales del proceso de enseñanza-aprendizaje en arquitectura.....	40
Tabla 3.6	Comparativa de las principales teorías del aprendizaje constructivistas.....	41
Tabla 3.7	Relación del aprendizaje constructivista con la educación en arquitectura.....	45
Tabla 3.8	Tipos de evaluación para el ABP.....	51
Tabla 3.9	Nuevas tecnologías incorporadas en la educación en arquitectura.....	52
Tabla 3.10	Recomendaciones para la incorporación de tecnologías.....	59
Tabla 4.1	Diseños de investigación fuera del alcance del estudio.....	64
Tabla 4.2	Correspondencia de las características de la IBD con la investigación.....	65
Tabla 4.3	Estructura del plan de estudios ARQ19.....	71
Tabla 5.1	Razones de preferencia de los estudiantes por algún tipo de representación gráfica	84
Tabla 5.2	Categorías y subcategorías de la codificación abierta.....	92
Tabla 5.3	Extracto de la matriz de codificación axial de estudiantes y profesores.....	94
Tabla 5.4	Comparativa de la triangulación de los resultados cuantitativos-cualitativos de cada estudio.....	97
Tabla 5.5	Conocimientos previos. Práctica 3. Impresión de plantillas para la maqueta.....	103
Tabla 5.6	Conocimientos previos. Práctica 5. Construcción del relieve de un terreno.....	104
Tabla 5.7	Objetivos de aprendizaje.....	105
Tabla 5.8	Plan de clase.....	106
Tabla 5.9	Exploración del manejo de tecnología.....	108
Tabla 5.10	Usabilidad: Percepción. Práctica 3. Impresión de plantillas para la maqueta.....	110
Tabla 5.11	Usabilidad: Percepción. Práctica 5. Construcción del relieve de un terreno.....	110
Tabla 5.12	Usabilidad: Nivel de dominio. Práctica 3. Impresión de plantillas para la maqueta.....	112
Tabla 5.13	Usabilidad: Nivel de dominio. Práctica 5. Construcción del relieve de un terreno.....	112
Tabla 5.14	Adquisición de habilidades y conocimientos: Práctica 3. Impresión de plantillas para la maqueta.....	113

Tabla 5.15	Adquisición de habilidades y conocimientos: Práctica 5. Construcción del relieve de un terreno.....	115
Tabla 5.16	Análisis cualitativo.....	122
Tabla 5.17	Programa de clase.....	129
Tabla 5.18	Usabilidad: Lo aprendido. Práctica 5. Construcción del relieve de un terreno.....	134
Tabla 5.19	Codificación abierta.....	141
Tabla 5.20	Desarrollo del modelo de paradigma de codificación. Grupo control.....	142
Tabla 5.21	Desarrollo del modelo de paradigma de codificación. Grupo experimental.....	144
Tabla 6.1	Categorización del desempeño académico de los estudiantes de arquitectura.....	152

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1	Nivel de conocimiento y uso que realizan los estudiantes de arquitectura de software de representación gráfica.....	21
Figura 3.1	Metodología <i>Design Thinking</i>	34
Figura 3.2	Proceso de diseño del proyecto arquitectónico.....	36
Figura 3.3	Medios de representación en arquitectura.....	38
Figura 3.4	Modelos y estrategias utilizados para la incorporación de tecnología en la educación arquitectónica.....	43
Figura 3.5	Dimensiones de los tipos de aprendizaje escolar constructivista.....	46
Figura 3.6	Características y efectos del ABP.....	47
Figura 3.7	Fases principales del ABP.....	48
Figura 4.1	Diseño de investigación.....	62
Figura 4.2	Secuencia del método mixto con el diseño de triangulación concurrente DITRIAC.....	63
Figura 4.3	Fases generales de la IBD.....	65
Figura 4.4	Carga de materias por cada eje disciplinar del plan de estudios ARQ19.....	71
Figura 4.5	Esquema general del MP-TRG.....	75
Figura 4.6	Componentes del área de selección de recursos de aprendizaje del MP-TRG.....	75
Figura 4.7	Componentes del área diseño del aprendizaje bajo la metodología ABP del MP-TRG.....	76
Figura 4.8	Componentes del área de implementación del MP-TRG.....	77
Figura 4.9	Componentes del área grado de éxito y evaluación del MP-TRG.....	77
Figura 5.1	Instrumentos de planificación y evaluación	99
Figura 5.2	Visualización e interacción del terreno con RV y RA de <i>3D Warehouse Sketchup</i>	109
Figura 5.3	Presentación final de proyecto conceptual en terreno con curvas de nivel.....	117
Figura 5.4	Prueba de normalidad de la primera iteración, Práctica 3. Cuestionario 1.....	119
Figura 5.5	Prueba de normalidad de la primera iteración, Práctica 5. Cuestionario 2 y 3.....	120
Figura 5.6	Prueba U de Mann-Whitney de la primera iteración, Práctica 3. Cuestionario 1.....	121
Figura 5.7	Prueba U de Mann-Whitney de la primera iteración, Práctica 5. Cuestionario 2 y 3.....	121
Figura 5.8	Validación de la primera iteración del MP-TRG.....	123
Figura 5.9	Segunda versión del MP-TRG.....	124
Figura 5.10	Elementos de la segunda versión del MP-TRG.....	125

Figura 5.11	Modelo digital 3D elaborado en <i>Sketchup</i> por estudiantes del grupo control en la segunda iteración.....	128
Figura 5.12	Visualización en RV y RA de modelo digital 3D elaborado por estudiantes del grupo experimental.....	131
Figura 5.13	Prueba de normalidad de la segunda iteración, Práctica 3. Cuestionario 1.....	137
Figura 5.14	Prueba de normalidad de la segunda iteración, Práctica 5. Cuestionario 2 y 3.....	138
Figura 5.15	Prueba U de Mann-Whitney de la segunda iteración, Práctica 3. Cuestionario 1.....	139
Figura 5.16	Prueba U de Mann-Whitney de la segunda iteración, Práctica 5. Cuestionario 2 y 3.....	139
Figura 5.17	Modelo de paradigma de codificación.....	140
Figura 5.18	Diagrama de la codificación selectiva. Grupo control.....	146
Figura 5.19	Diagrama de la codificación selectiva. Grupo experimental....	147

ABREVIATURAS Y SIGLAS

ABP	Aprendizaje Basado en Problemas
ACUTIC	Actitud, Conocimiento y Uso de TIC
ANPADEH	Acreditadora Nacional de Programas de Arquitectura y Disciplinas del Espacio Habitable
BIM	<i>Building Information Modeling</i>
CAD	<i>Computer-Aided Design</i>
CIEES	Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior
CLT	<i>Cognitive Learning Theory</i>
DEXPLOS	Diseño Exploratorio Secuencial
DEXPLIS	Diseño Explicativo Secuencial
DIACNIV	Diseño Anidado Concurrente de Varios Niveles
DISTRAC	Diseño Transformativo Concurrente
DIM	Diseño de Integración Múltiple
DITRAS	Diseño Transformativo Secuencial
DITRIAC	Diseño de Triangulación Concurrente
D.R.O	Director Responsable de Obra
EPO	Evaluación Post Ocupacional
IBD	Investigación Basada en Diseño
MBA	Modelado Basado en Agentes
MEU	Modelo Educativo Universitario
MCDA	Modelo para la Conceptualización del Diseño Arquitectónico
MP-TRG	Modelo Pedagógico de Tecnologías de Representación Gráfica
NLP	<i>Networked Learning Principles</i>
OBC	<i>Outcome Based Curriculum</i>
PAR	FBE Piling AR
PE	Plan de Estudios
RA	Realidad Aumentada
RE	Realidad Extendida
RM	Realidad Mixta
RV	Realidad Virtual
SEP	Secretaría de Educación Pública
SGA	Sistemas de Gestión de Aprendizaje
SIG	Sistemas de Información Geográfica
SNVDS	<i>Social Network Virtual Design Studio</i>
TCAMM	Teoría Cognitiva del Aprendizaje Multimedia de Mayer
TIC	Tecnologías de la Información y Comunicación
TRG	Tecnologías de Representación Gráfica
UAQ	Universidad Autónoma de Querétaro
UDG	Universidad de Guadalajara
VDS	<i>Virtual Design Studio</i>
VLE	<i>Virtual Learning Environments</i>

RESUMEN

La transformación de la arquitectura, impulsada por el avance tecnológico, exige una evolución en la forma de enseñar la disciplina. El problema central radica en la falta de modelos pedagógicos que integren de manera efectiva las Tecnologías de Representación Gráfica (TRG) para optimizar sus beneficios. El objetivo fue diseñar un Modelo Pedagógico de TRG (MP-TRG) y, mediante su aplicación, lograr una potencial mejora del desempeño académico de los estudiantes de la Licenciatura en Arquitectura de la Universidad Autónoma de Querétaro. La investigación empleó un enfoque mixto, el diseño mixto de triangulación concurrente combinó el enfoque cuantitativo cuasiexperimental y el cualitativo fenomenológico. El método de investigación fue la Investigación Basada en Diseño (IBD). El MP-TRG se estructuró en cuatro áreas: selección de recursos de aprendizaje, diseño del aprendizaje, implementación y grado de éxito/evaluación. La IBD se implementó utilizando *AutoCAD* y herramientas de realidad virtual (RV) y aumentada (RA) con *3D Warehouse Sketchup*. Previo a las iteraciones, se realizó un diagnóstico que reveló que la mayoría de los estudiantes adquiría habilidades digitales de forma autodidacta y prefería la representación digital por su precisión y la optimización del tiempo. En las iteraciones realizadas, la prueba U de Mann-Whitney no mostró diferencias estadísticamente significativas en el desempeño académico entre el grupo de control y el experimental tras la aplicación del MP-TRG. Sin embargo, en el contraste de supuestos, los resultados cualitativos mostraron que la incorporación de RV y RA facilitó la comprensión tridimensional y mejoró la adquisición de habilidades visuales y espaciales en el grupo experimental. La ausencia de significancia estadística en los resultados cuantitativos se debe al carácter multifactorial del rendimiento académico, que depende de diversas variables. El MP-TRG mostró un impacto positivo cualitativo, mejorando la comprensión de conceptos clave y el desarrollo de habilidades visuales y espaciales necesarias para la representación tridimensional. Se concluye que el modelo es pertinente, ya que el uso de tecnologías como RV y RA satisface diversos estilos de aprendizaje y fortalece la competencia espacial, un aspecto fundamental del diseño

arquitectónico. El enfoque debe centrarse en el desarrollo de competencias profundas y en la comprensión de los contenidos.

Palabras clave: aprendizaje basado en problemas, arquitectura, educación superior, modelo pedagógico, tecnologías de representación gráfica

ABSTRACT

The transformation of architecture, driven by technological advancements, demands an evolution in how the discipline is taught. The central problem is the lack of pedagogical models that effectively integrate Graphic Representation Technologies (GRT) to maximize their benefits. The objective was to design a Pedagogical Model of GRTs (MT-TRG) and, through its application, achieve a potential improvement in the academic performance of undergraduate architecture students at the Autonomous University of Queretaro (UAQ). The research employed a mixed-methods approach, using a concurrent triangulation design that combined a quasi-experimental quantitative approach with a phenomenological qualitative approach. The research method was Design-Based Research (DBR). The MP-TRG was structured into four areas: selection of learning resources, learning design, implementation, and degree of success/evaluation. DBR was implemented using AutoCAD and virtual reality (VR) and augmented reality (AR) tools with SketchUp's 3D Warehouse. Prior to the iterations, a diagnostic assessment was conducted, which revealed that most students acquired digital skills through self-study and preferred digital representations for their precision and time efficiency. Across the iterations, the Mann-Whitney U test showed no statistically significant differences in academic performance between the control and experimental groups following the implementation of the MP-TRG. However, in the comparison of hypotheses, the qualitative results showed that the incorporation of VR and AR facilitated three-dimensional understanding and improved the acquisition of visual and spatial skills in the experimental group. The lack of statistical significance in the quantitative results is due to the multifactorial nature of academic performance, which depends on various variables. The MP-TRG demonstrated a positive qualitative impact, improving students' understanding of key concepts and the development of the visual and spatial skills necessary for three-dimensional representation. It is concluded that the model is relevant, as the use of technologies such as VR and AR caters to diverse learning styles and strengthens spatial competence, a fundamental

aspect of architectural design. The focus should be on developing deep competencies and understanding the content.

Keywords: Problem-based learning, architecture, higher education, pedagogical model, graphic representation technologies

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

En la última década, el campo de la arquitectura ha experimentado una profunda transformación tanto en las técnicas de representación como en los procesos educativos. Esto se debe al avance de tecnologías emergentes y de dispositivos accesibles, que modifican la forma en que los estudiantes aprenden y aplican los conocimientos arquitectónicos. En este sentido, resulta evidente la necesidad de un enfoque más estructurado que integre estas tecnologías desde etapas tempranas de la formación académica.

En este capítulo se expone el planteamiento del problema, a partir de la identificación de brechas y desafíos actuales como la integración de tecnologías dentro del currículo académico. Asimismo, se justifica la relevancia de la investigación al considerar cómo estas tecnologías pueden influir en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la educación arquitectónica en contextos locales. Por último, se presentan las preguntas, la proposición y los objetivos que orientaron la investigación.

1.1 Planteamiento del problema

Algunos autores sostienen que la educación en arquitectura se encuentra estancada en un modelo tradicionalista que no responde plenamente a las exigencias actuales del ejercicio profesional (Martínez, 2013). Si bien, la digitalización ofrece nuevas oportunidades, su implementación no puede ser absoluta debido a las implicaciones que esto tendría en términos de accesibilidad a las herramientas tecnológicas, formación docente y adecuación de los espacios educativos. Por ello, el problema central radica en la falta de un modelo equilibrado que integre de manera efectiva las tecnologías digitales en la enseñanza de la arquitectura, optimizando sus beneficios sin excluir enfoques pedagógicos esenciales del sistema tradicional.

A pesar de la existencia de modelos comunes aplicables al proceso de diseño que han sido integrados en la enseñanza de la ingeniería y del diseño industrial, en

la enseñanza del diseño arquitectónico no se cuenta con modelos estandarizados (Lee *et al.*, 2021). Algunas investigaciones han estudiado cómo integrar la tecnología en la educación arquitectónica, a partir de enfoques pedagógicos o de estrategias demostradas en áreas afines. No obstante, diversos autores señalan que los estudios relacionados son escasos (Boumaraf & İnceoğlu, 2020; Krüger *et al.*, 2022; Lee *et al.*, 2021) y que se requiere confirmar la validez de los enfoques propuestos mediante su exploración en distintos contextos (Benner & McArthur, 2019; Taimur & Onuki, 2022). Por consiguiente, es fundamental considerar factores específicos del contexto, como los antecedentes sociodemográficos de los estudiantes (Iranmanesh & Onur, 2021).

Por lo tanto, la incorporación de tecnología en la educación arquitectónica requiere una adecuada planificación contextual, que implica la integración estratégica de la tecnología en el programa académico, considerando las necesidades específicas del programa, el perfil de los estudiantes y los recursos disponibles. Esto implica diseñar una incorporación estructurada y alineada con el currículo, en lugar de implementaciones aisladas o experimentales.

Muchas de las incorporaciones realizadas han sido de carácter experimental o se han limitado a cursos complementarios fuera del programa principal de la carrera de arquitectura. Esto ocurre debido a la falta de modelos de integración tecnológica, a la resistencia al cambio en algunas instituciones académicas y a la insuficiencia de la formación docente en herramientas digitales avanzadas. Como consecuencia, estas implementaciones no siempre logran consolidarse ni generar un impacto significativo en la formación de los estudiantes, quienes pueden recibir una enseñanza fragmentada o superficial sobre el uso de tecnologías clave para la práctica profesional.

En una investigación sobre las competencias tecnológicas de los estudiantes de arquitectura realizada en la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ), México, se analizaron la actitud, el conocimiento y el acceso a herramientas digitales mediante el instrumento validado para el estudio de la actitud, el conocimiento y el

uso de TIC (ACUTIC), los resultados mostraron que el uso de software de diseño especializado supera el nivel de formación técnica reportado por los estudiantes (Mondragón-del-Ángel & Canchola-Magdaleno, 2023b), lo que apunta la necesidad de ajustar las estrategias pedagógicas para fortalecer la preparación técnica, además de promover un uso crítico y eficiente de las herramientas digitales.

De esta forma, es importante la incorporación de tecnologías de manera curricular en el grado (Fromm *et al.*, 2021; Redyantanu & Asri, 2021) y desde etapas iniciales de la carrera (Santos *et al.*, 2021), es decir, desde el primer año de formación, ya que las competencias tecnológicas y de manejo de herramientas gráficas digitales por parte de los estudiantes de arquitectura en el comienzo de la carrera son escasas (Marqués & Sarramona, 2013, citado en Navarro & Fonseca, 2017).

En este sentido, una planificación curricular que contemple la enseñanza progresiva de estas herramientas no solo facilita la adaptación de los estudiantes, sino que también reduce las dificultades asociadas al uso de tecnologías complejas en etapas más avanzadas. Estas habilidades en software de diseño y representación digital pueden obtenerse en cursos y formaciones a una edad más temprana, ya que, debido a las características de algunas tecnologías y software incorporados en la educación arquitectónica, la utilización ha resultado poco flexible y en algunos casos compleja para los estudiantes (Lee *et al.*, 2021; Treacy, 2019; von Richthofen *et al.*, 2018).

El principal problema es que no se cuenta con la claridad necesaria para determinar cuáles y en qué condiciones utilizar las diversas Tecnologías de Representación Gráfica (TRG) con fines educativos en las diferentes asignaturas de los programas de arquitectura, no como asignaturas o cursos aislados, sino como parte integral de la carrera. Además, se requiere que la incorporación de estas tecnologías como herramientas de enseñanza-aprendizaje se base en estrategias educativas específicas, ya que su uso improvisado puede tener efectos negativos en los estudiantes.

Además, el uso generalizado de las TRG por parte de los estudiantes principiantes de arquitectura tiene un efecto negativo en la creatividad y en el aprendizaje de los principios básicos de la arquitectura si no se cuenta con un plan de implementación desde el enfoque pedagógico de la arquitectura (Mahmoud, 2020). La arquitectura, como disciplina compleja, requiere del estudiante en formación una serie de procesos que, si se abordan sin una estructura clara, pueden derivar en improvisación, informalidad y desmotivación (Martínez, 2013).

Por otro lado, en Latinoamérica hay pocas referencias sobre la implementación de tecnologías como el modelado 3D, la impresión 3D, la realidad virtual (RV) y la realidad aumentada (RA), entre otras, como herramientas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la arquitectura. Como se muestra en la revisión sistemática de Mondragón-del-Angel *et al.* (2022), en la que se identificaron las diferentes tecnologías incorporadas a nivel mundial en la educación arquitectónica y en disciplinas afines. En esta investigación se encontró que Alemania es el país con el mayor número de publicaciones que explican las incorporaciones, seguido de China y, como únicos países americanos, EUA y Canadá.

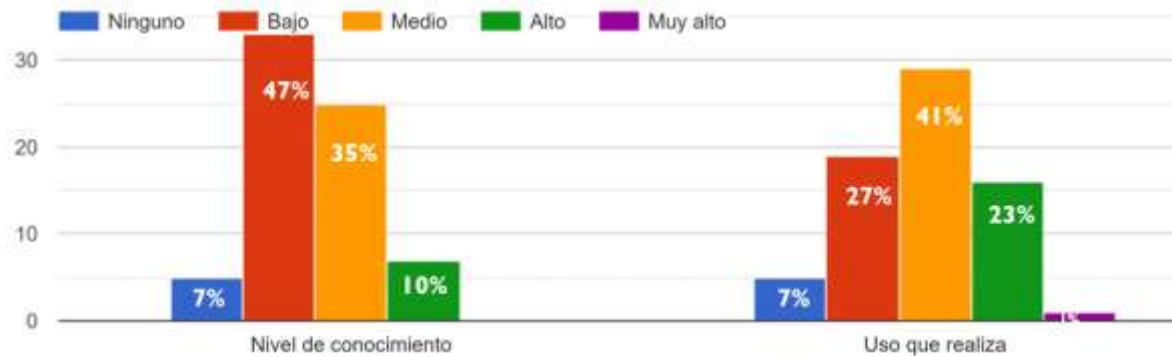
1.2 Justificación de la investigación

La investigación se sitúa en un contexto específico de la República Mexicana, dentro de uno de los programas de la licenciatura en arquitectura de la Facultad de Ingeniería de la UAQ. Se realizó una encuesta basada en el cuestionario ACUTIC (Mirete *et al.*, 2015) con la finalidad de describir el estado actual de la actitud, conocimiento, uso y acceso de las TIC por parte de los estudiantes de arquitectura (Anexo 1), para el estudio se contó con la participación voluntaria de 70 estudiantes de una población de 76 estudiantes inscritos en la asignatura de taller de maquetas de tercer semestre, cabe destacar que se obtuvo el consentimiento informado de todos los participantes. Los datos fueron recabados del 23 al 29 de agosto de 2022 mediante un formulario de *Google*.

Entre los resultados (Figura 1.1), en cuanto al nivel de conocimiento de los estudiantes sobre los softwares de representación gráfica como *AutoCAD*, *Revit*, *Sketchup*, entre otros, se identificó que carecían de conocimiento (7%), un nivel bajo de conocimiento en cerca de la mitad de los estudiantes (47%), un nivel medio (35%) y, por último, se encuentran los que consideran tener un nivel de conocimiento alto (10%). Sin embargo, a pesar de que la mayoría tiene un nivel de conocimiento bajo de estos softwares, el uso que se realiza se ubica en un nivel medio (41%), dado que su utilización rebasa el nivel de conocimiento del software, es importante explorar qué conlleva esta situación, cuáles son sus efectos, y cómo es que se están incorporando las tecnologías en su experiencia dentro del aula.

Figura 1.1

Nivel de conocimiento y uso que realizan los estudiantes de arquitectura de software de representación gráfica



Entonces, la presente investigación servirá para determinar cómo y cuándo los profesores deberían incorporar las TRG en la enseñanza de la arquitectura. Estas tecnologías actúan como herramientas mediadoras entre el contenido temático y el aprendizaje, facilitando la comprensión y la aplicación de conceptos arquitectónicos. Además, su uso permite reproducir estrategias arquitectónicas mediante programas modernos, optimizando el proceso de enseñanza y fomentando una mayor interacción con los elementos del diseño, ya que “muchas

de las estrategias de composición y construcción arquitectónica pueden ser reproducidas con los programas modernos” (Redondo *et al.*, 2012, p. 80).

Por lo tanto, la investigación servirá para plantear una ruta metodológica para la incorporación de tecnologías en la enseñanza de la arquitectura, respondiendo a las necesidades que los estudios señalan (Ayala, 2017; Erazo & Sánchez, 2013; Mahmoud, 2020; Martínez *et al.*, 2021) respecto al cambio en la estructura educativa tradicional, que no va acorde con la evolución de los avances tecnológicos del mundo actual.

Además de plantear una ruta metodológica, esta investigación busca beneficiar directamente a los estudiantes mediante la mejora de su desempeño académico. Los estudiantes de arquitectura serán los principales beneficiarios a corto plazo, por lo que resulta imprescindible medir el desempeño académico al incorporar una metodología educativa distinta. Estas mediciones no tendrían relevancia si no se realizan bajo un esquema científico, de ahí la importancia de realizar una investigación que garantice la fiabilidad de los resultados y conduzca a la validación de una propuesta.

También es significativo, comprobar mediante esta investigación por qué las técnicas tradicionales como el dibujo a mano y la maqueta física no deberían ser reemplazadas por las TRG (Acampa *et al.*, 2019), sino complementarse una con otra, ya que los estudiantes de arquitectura al mostrar baja motivación y menor rendimiento académico usando técnicas tradicionales (Redondo *et al.*, 2012) se pensaría que sustituirán estas técnicas por completo. Entonces, ¿qué implicaciones tiene esta nueva forma de hacer arquitectura? ¿Cómo influye en el usuario y en la construcción de las ciudades? Este es un fenómeno que requiere un análisis más profundo, dado su impacto directo en la sociedad actual.

Una aportación importante, consiste en dar una referencia clara en México, de la confrontación entre el proceso de enseñanza-aprendizaje tradicional y la incorporación de tecnologías en la educación arquitectónica. Resulta necesario

analizar el estado actual de nuestro sistema educativo universitario para comprender su importancia y trascendencia en nuestro contexto cultural.

1.3 Preguntas de investigación

¿Qué efectos tiene en el desempeño académico de los estudiantes de tercer semestre de la Licenciatura en Arquitectura de la Universidad Autónoma de Querétaro, el diseño y aplicación de un Modelo Pedagógico que incorpore Tecnologías de Representación Gráfica?

Preguntas de investigación secundarias

1. ¿Qué problemas enfrenta la incorporación de TRG en la Educación Superior en arquitectura?
2. ¿De qué manera se están incorporando las TRG en la Educación Superior en Arquitectura?
3. ¿Cómo diseñar y aplicar un Modelo Pedagógico que incorpore TRG para fomentar la mejora del desempeño académico en la Educación Superior en arquitectura?
4. ¿Cuáles son los resultados obtenidos con la aplicación de un Modelo Pedagógico que incorpore TRG en la Educación Superior en arquitectura?

1.4 Proposición de investigación y objetivos

El diseño y la aplicación de un Modelo Pedagógico basado en la incorporación de TRG contribuyen a una potencial mejora del desempeño académico de los estudiantes de tercer semestre de la Licenciatura en Arquitectura de la Universidad Autónoma de Querétaro.

Objetivo general

Diseñar un Modelo Pedagógico basado en la incorporación de Tecnologías de Representación Gráfica, con el fin de que a través de su aplicación se obtenga una potencial mejora del desempeño académico de los estudiantes de tercer

semestre de la Licenciatura en Arquitectura de la Universidad Autónoma de Querétaro.

Objetivos específicos

1. Identificar la problemática de la incorporación de TRG en el contexto de la educación universitaria arquitectónica por medio de una revisión sistemática con el fin de diseñar procedimientos adecuados para la elaboración de un modelo pedagógico.
2. Explicar, a través de un marco teórico especializado en TIC y utilizando la estrategia de cartografía conceptual, cómo la incorporación de TRG puede contribuir a la mejora del desempeño académico dentro de un modelo pedagógico.
3. Diseñar un Modelo Pedagógico que incorpore TRG y que permita una potencial mejora del desempeño académico de los estudiantes de tercer semestre de la Licenciatura en Arquitectura de la Universidad Autónoma de Querétaro.
4. Analizar los datos obtenidos desde la perspectiva de la teoría del aprendizaje significativo con el objetivo de confirmar si el Modelo Pedagógico diseñado con TRG propicia la mejora del desempeño académico entre los estudiantes de tercer semestre de la Licenciatura en Arquitectura de la UAQ.

CAPÍTULO 2. ANTECEDENTES

En este capítulo se analiza la evolución de las técnicas de representación arquitectónica, de los procesos constructivos y del urbanismo, destacando el impacto de las innovaciones tecnológicas en la educación superior en arquitectura. Se abordan las transformaciones impulsadas por herramientas como la RV, la RA y el *Building Information Modeling* (BIM), así como por los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y los *Design Virtual Studio* (VDS), que ofrecen nuevas perspectivas para la enseñanza. De esta manera, se enfatiza la necesidad de una adecuada integración de herramientas digitales en la educación arquitectónica, sin perder de vista la esencia de la disciplina.

Navarro y Fonseca (2017) señalan que las técnicas de representación arquitectónica, los procesos constructivos y el urbanismo han evolucionado de manera constante a lo largo del tiempo. Como resultado, los medios tradicionales de representación, como el dibujo, el grabado, el modelado y la pintura, se han complementado con herramientas digitales, como la fotografía, el video y la infografía, ampliando las posibilidades de representación y de comunicación arquitectónicas. El avance tecnológico de los últimos años y de nuevos dispositivos a un costo accesible han permitido procesar fácilmente información multimedia como fotografías, audio, video, modelos 3D, entre otros.

Las tecnologías han transformado la forma de trabajo en la educación, donde se observa una fácil adaptación de los estudiantes a estas innovaciones, lo que se traduce en una mejora académica (Navarro & Fonseca, 2017). Por ejemplo, dispositivos como las gafas inteligentes aumentan las posibilidades para la representación y percepción de contenidos multimedia y arquitectónicos, no obstante, algunos estudios mencionan que se requiere explorar sus aplicaciones y establecer criterios en la enseñanza de la representación arquitectónica (Succar, 2009).

Otra innovación clave en este ámbito son tecnologías como la RV, una buena herramienta para aplicar el enfoque constructivista en el aprendizaje, que

proporciona a los usuarios una experiencia real en cualquier entorno educativo (Bashabsheh *et al.*, 2019). La incorporación simple de RV facilita un sólido entendimiento de los conceptos y una aplicación efectiva de la tecnología, lo cual los estudiantes consideran una herramienta positiva para la comunicación del proyecto arquitectónico y, además, contribuye a su proceso de aprendizaje. Emplear herramientas más avanzadas para esta tecnología es posible, sin embargo, su utilización cotidiana sería más limitada (Redyantanu & Asri, 2021).

El software propuesto por Bashabsheh *et al.*, (2019) BC/VR basado en RV fue valorado como más agradable, con mayor potencial para proporcionar información a los estudiantes, y con más capacidad de integración en los cursos, que la forma tradicional de enseñanza. De igual forma, la RV logró el éxito esperado en la enseñanza de los principios de diseño de edificios históricos (Şahbaz, 2020), ya que el aprendizaje de los estudiantes fue más efectivo que con el uso de métodos tradicionales. Asimismo, la RA ha demostrado ser favorable para el rendimiento del aprendizaje, la actitud y la motivación en diferentes entornos educativos (Krüger *et al.*, 2022).

En este orden de ideas, la incorporación de BIM en una investigación por medio de ciclos iterativos de diseño, análisis y síntesis, logró una buena participación de los estudiantes, que produjo la adquisición de la capacidad para modelar, simular y evaluar iteraciones de diseño a partir de esta tecnología, además de estimular el pensamiento crítico del proceso de diseño. La mayoría de los estudiantes adquirió conocimientos sobre los conceptos de diseño, por lo que los resultados del aprendizaje fueron buenos (Benner & McArthur, 2019). Los autores de esta investigación destacan la importancia de la enseñanza entre pares desde un enfoque constructivista, ya que en la primera etapa se obtuvieron mejores resultados de aprendizaje que en la etapa final, en la que los estudiantes trabajaron de manera individual.

En otros casos, debido al escaso conocimiento de BIM entre los estudiantes, Hossain y Bin (2022) indican que su incorporación al plan de estudios de

arquitectura debe comenzar en el primer año para emplearlo en los conocimientos básicos de dibujo y de modelado arquitectónico. Esto permite incorporar el renderizado y la animación en niveles superiores para lograr una introducción gradual acorde con el proceso de aprendizaje.

Además de BIM, otras tecnologías relevantes han adquirido reconocimiento en la arquitectura, como los SIG, pues debido a la gran cantidad de datos geográficos, estos permiten organizar dichos datos y la información espacial disponible (Santos *et al.*, 2021). Otro ejemplo es VDS, que ha demostrado tener méritos pedagógicos en la arquitectura, aunque, como herramienta pedagógica, se encuentra en sus inicios, ya que ha sido más orientada a procesos (Iranmanesh & Onur, 2021).

A pesar del potencial significativo de estas herramientas, el uso y exploración del software en la educación arquitectónica es escaso, por lo que diversas investigaciones han explorado combinaciones tecnológicas como la conjugación de BIM y la aplicación de simulación en la educación arquitectónica (Benner & McArthur, 2019), así como la integración de los SIG en la enseñanza de la arquitectura (Santos *et al.*, 2021), o el impacto de la implementación de la RV con software y hardware simple (Redyantanu & Asri, 2021). Igualmente, el Modelado Basado en Agentes (MBA) en su forma actual, requiere más estudios para su perfecta integración en el proceso de diseño actual (Lee *et al.*, 2021).

El impacto que han tenido las tecnologías en el diseño arquitectónico enfrenta dilemas para su integración en la educación arquitectónica, esto se hace evidente en el sistema de modelado paramétrico *Grasshopper* para *Rhinoceros*, ya que “se han realizado varios intentos para utilizar estas herramientas en la educación” (von Richthofen *et al.*, 2018, p.574). Así como el paquete de software de *Mobility Game* que se ha utilizado en programas educativos europeos desde la década de 2000 y se ha introducido en más de 10 países, pero es necesario estudiar a fondo su implementación para comprender su funcionalidad (Danilina & Harder, 2020).

Estas tecnologías son relevantes para la enseñanza, ya que actualmente “el diseño paramétrico y la fabricación digital consisten en un nuevo paradigma que ha modificado el modo de proyectar y construir edificios” (Fontana-Cabezas *et al.*, 2024, p.124), esto a través de software como *Rhinoceros 3D* y *Grasshopper*. El diseño paramétrico y la fabricación asistida son herramientas que permiten una disminución significativa tanto de los costos de mano de obra como de los tiempos de fabricación, lo que se traduce en procesos más eficientes y accesibles en la construcción. De esta manera, su uso en la enseñanza puede preparar a los estudiantes para trabajar con herramientas de diseño digital avanzadas empleadas en la industria.

Por su parte, *Mobility Game* representa un ejemplo de tecnología interactiva educativa en el área de la arquitectura y el urbanismo, fue creada para facilitar la comprensión de los procesos urbanos. La relevancia de la aplicación de estas herramientas en la educación radica directamente en las tendencias actuales de la digitalización de la planificación urbana. La idea de las ciudades inteligentes enfatiza la necesidad de desarrollar la ciencia y los enfoques metodológicos para la creación de territorios sostenibles (Danilina & Harder, 2020). Esta herramienta facilita la simulación de escenarios de movilidad y permite a los estudiantes evaluar el impacto de distintas estrategias en la organización del espacio urbano.

Esta relación entre la digitalización de la planificación urbana y la enseñanza de herramientas interactivas pone de manifiesto la importancia de incorporar tecnologías emergentes en la educación arquitectónica. En este sentido, las tecnologías 3D, ampliamente utilizadas por los estudiantes en contextos recreativos como los videojuegos o las aplicaciones móviles, representan una oportunidad aún no plenamente aprovechada en el ámbito educativo (Saorín *et al.*, 2017). Esto resalta la importancia de que el proceso de enseñanza-aprendizaje de las nuevas generaciones de estudiantes debe estar apoyado por los avances tecnológicos actuales, con el objetivo de que los estudiantes puedan desenvolverse ante el mundo globalizado actual (Rengifo *et al.*, 2021).

Otro factor que evidencia lo anterior, es que la enseñanza tradicional no genera emoción en los estudiantes de hoy en día, siendo así, se requiere de una educación diferente, en donde la tecnología se convierta en una herramienta para la enseñanza (Arango *et al.*, 2019). Actualmente corresponde mirar la composición, el diseño y el proyecto arquitectónico desde una perspectiva tecnológica, sin perder de vista la esencia de la arquitectura.

En este contexto, la incorporación de tecnologías en la educación superior en arquitectura resulta crucial ante la urgencia de una educación arquitectónica renovada. Existe la necesidad de desarrollar habilidades tecnológicas en los estudiantes para que puedan responder a las exigencias del mercado laboral y afrontar los desafíos de una disciplina en constante transformación.

CAPÍTULO 3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

En el siguiente capítulo se exploran los conceptos que sustentan la investigación sobre la incorporación de TRG en la educación superior en arquitectura. Se revisan los conceptos de diseño y proyecto arquitectónico, la representación en arquitectura, y el proceso de enseñanza-aprendizaje, contrastando los enfoques tradicionales con otras estrategias educativas, incluyendo la educación en línea y a distancia.

También se analiza el constructivismo y su relación con la tecnología, así como la estrategia del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP). Finalmente, se examinan las tecnologías utilizadas en la educación superior en arquitectura, su clasificación, características, y las diferentes formas en que se integran en el currículo académico.

3.1 El diseño arquitectónico

El estudio del diseño arquitectónico requiere una comprensión previa de conceptos fundamentales que permitan establecer una relación efectiva entre la arquitectura, la educación y la tecnología. A lo largo de la historia, distintos autores han definido la arquitectura desde diversas perspectivas, como se muestra en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1

Definiciones de arquitectura por autores reconocidos en el área

Autor	Definición
Marco Vitruvio Pollio (I. a.C.)	La arquitectura se construye a partir de la integración de teoría y práctica. Se fundamenta en principios como la proporción, el orden, la disposición y la distribución. Los edificios deben diseñarse en función de las necesidades y condiciones de quienes los habitarán.
Walter Gropius (1883-1969)	La arquitectura es un conjunto orgánico de espacios, elementos tanto arquitectónicos como estructurales, instalaciones, entre otros componentes, que se relacionan entre sí, de tal forma que cada parte influye en el todo y el todo en cada una de ellas.

Le Corbusier (1887-1965)	La arquitectura es la composición precisa de volúmenes articulados por la luz.
Alfredo Plazola Cisneros (1924-2021)	La arquitectura es la serie de técnicas orientadas a cubrir las necesidades de habitabilidad por medio de la creación de espacios para el desarrollo de las diversas actividades humanas.

Nota. Elaboración propia basada en Plazola (1994).

A partir de estas definiciones, se puede decir que la arquitectura es una disciplina compuesta por diversos elementos de arte y ciencia para la construcción del espacio, que busca atender las necesidades del ser humano. El componente artístico se basa en la creatividad e imaginación dentro del proceso proyectual, mientras que el componente científico comprende un conjunto de procesos rigurosos y sistemáticos que permiten abordar problemas de habitabilidad (Martínez, 2013). El estudio de la arquitectura es extenso en sus diferentes formas, y una de ellas es el proceso de diseño mediante el cual se lleva a cabo una obra arquitectónica desde su conceptualización hasta su materialización en el medio físico. Para materializar estas ideas, la representación gráfica desempeña un papel clave en la comunicación del proyecto arquitectónico.

El diseño arquitectónico es la actividad mediante la cual el arquitecto crea espacios destinados a diversas funciones, como la vivienda, la educación, la cultura y la recreación. Para ello, se basa en principios como la ergonomía, el estudio del medio ambiente y la selección de materiales adecuados. El diseño arquitectónico se apoya en el urbanismo para integrar la construcción al contexto y proporcionarle la infraestructura y las vías de comunicación necesarias; en la ingeniería, para lograr su estabilidad en el suelo, la estructura, los materiales y el proceso constructivo adecuado, además de determinar el costo de la obra, entre otros aspectos (Plazola, 2008).

La base del diseño para las artes es el lenguaje visual, mediante la representación bidimensional, tridimensional o una combinación de ambas, según el caso, para mostrar la obra. Para el diseño bidimensional, se deben estudiar conceptos como la forma, la repetición, la estructura, la similitud, la gradación, la

radiación, el color y el espacio. Ejemplos de ello son la pintura y el diseño gráfico. En el diseño tridimensional, la arquitectura y la moda se estudian conceptos básicos como posición, planos, estructuras de pared, prismas, cilindros, repetición, estructuras poliédricas, planos triangulares y estructuras lineales (Plazola, 2008). La representación y la expresión arquitectónicas son el método para graficar el proyecto arquitectónico (Universidad de Guadalajara [UDG], 2018), el cual actúa como un medio de comunicación y, de acuerdo con ello, depende el grado de síntesis y de detalle del proyecto arquitectónico.

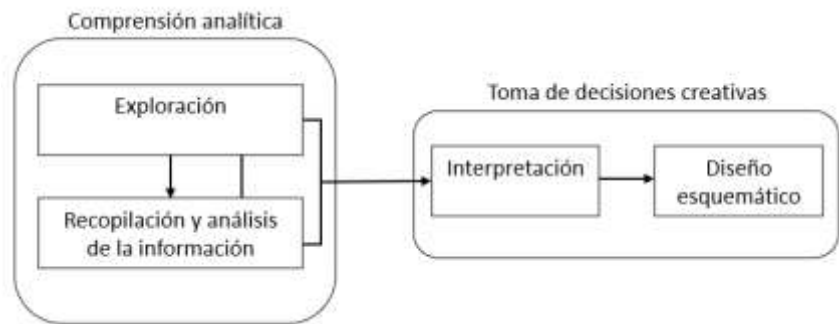
De acuerdo con Ching (2010, p. IX) “El acto de crear arquitectura es la resolución de un problema o proceso de diseño”, por lo que la primera fase consiste en la identificación de un problema que requiere intervención. Entonces, el diseñador analiza la situación actual, delimita su contexto y recopila la información necesaria. Al respecto se han desarrollado y estudiado los métodos de diseño con la finalidad de enfrentar de la mejor manera un problema de diseño arquitectónico, algunos modelos del proceso de diseño son el de Jones J. Chistopher, London Bone Baker Architects y Salama (Tabla 3.2).

Tabla 3.2
Modelos del proceso de diseño arquitectónico

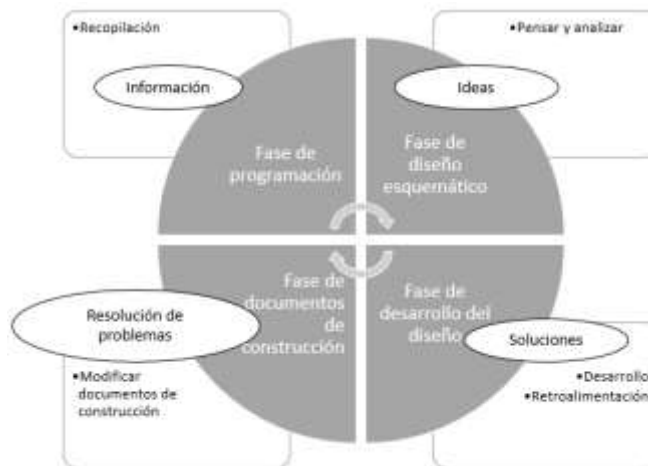
Autor	Características
Jones J. Chistopher (1992)	El proceso de diseño depende de tres operaciones principales: 1. Recopilación de información. 2. Las pruebas. 3. El proceso de evaluación.



- Salama (2005)
- El modelo consta de cuatro etapas:
1. Exploración. Aclarar los objetivos del proyecto.
 2. Recopilación de información. Revisión de estándares, estudio de caso de un proyecto comparable y análisis del sitio para identificar realidades, limitaciones y oportunidades.
 3. Interpretación. Los datos y la información se recopilan y se convierten en conocimiento.
 4. Diseño esquemático.



- Bone Baker Architects (2012)
- El diseñador examina y modifica la información recopilada durante la fase de programación para generar ideas nuevas y analizar las previas en la fase de diseño esquemático. En consecuencia, las ideas mejoran en función de los comentarios sobre las soluciones de diseño durante la fase de desarrollo del diseño, se tiene en cuenta que las soluciones de diseño pueden modificarse durante la fase de construcción de documentos.



Nota. Elaboración propia basada en El-Latif *et al.* (2020).

También el estudio y el desarrollo de metodologías de diseño arquitectónico constituyen un campo importante y extenso dentro de la arquitectura, que surge cola

finalidad de abordar las limitaciones en la resolución de problemas de diseño. Como ejemplos de métodos de diseño arquitectónico, se pueden mencionar el método ILCH, identificado por las iniciales de la autora, que incluye un Modelo para la Conceptualización del Diseño Arquitectónico (MCDA) (Tabla 3.3), y el *Design Thinking* (Figura 3.1).

Tabla 3.3

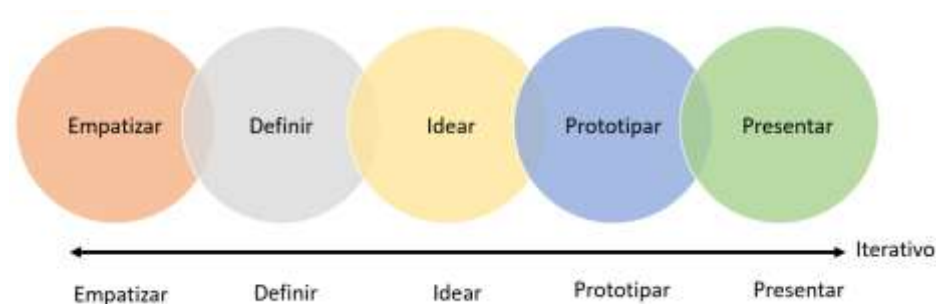
Método de diseño ILCH

Estructura general del método de diseño ILCH		
Tema	I.	Planteamiento del proyecto: Definición, justificación, análisis de antecedentes de solución y marco de referencia actual.
Recopilación de la información	II.	Recopilación de información: Información específica e información normativa.
Prediseño	III.	Análisis de la información: Programa de necesidades, programa arquitectónico, diagramas de relaciones, estudio de áreas, análisis del sitio y terreno y el análisis del edificio respecto al emplazamiento.
Proceso de diseño	IV.	Síntesis del proyecto: Estudio conceptual con el MCDA, alternativas de solución, anteproyecto y proyecto ejecutivo.
Post diseño	V.	Memoria descriptiva: Descripción arquitectónica y constructiva del proyecto.

Nota. Elaboración propia tomado de Cantú (2009).

Figura 3.1

Metodología Design Thinking



Nota. Adaptado de Taimur y Onuki (2022).

3.1.1 El proyecto arquitectónico

El proceso de creación de un proyecto arquitectónico es complejo, ya que no solo sirve como herramienta de diseño, sino también como medio fundamental de aprendizaje en arquitectura, puesto que el proyecto arquitectónico se suele utilizar tanto para diseñar como para aprender a diseñar.

El proyecto arquitectónico es una herramienta desarrollada desde la técnica y constituye un importante instrumento de pensamiento en la arquitectura, además de ser un riguroso y preciso instrumento para el diseño de espacios habitables, (Pachón & Reyes, 2011). El pensamiento arquitectónico se basa en la combinación de experiencias previas, memoria e imaginación para formular soluciones a problemas de diseño. Según Pachón y Reyes (2011, p.81):

...nociones y conceptos aprendidos por experiencias pasadas y presentes, que de acuerdo con la imaginación y la memoria construye ideas sobre problemas arquitectónicos los cuales, mediante el lenguaje gráfico y el desarrollo de modelos adquieren una realidad de manera que podemos verificar la calidad de soluciones hipotéticas.

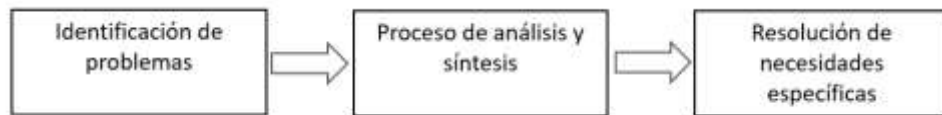
Esta definición de proyecto arquitectónico involucra el aprendizaje a través de las experiencias, el aprendizaje cognitivo a través de la memoria y la utilización de problemas a resolver mediante lenguaje gráfico, que puede expresarse a través de dibujos, croquis, planos, modelos, memorias, entre otros. Por lo tanto, todo proyecto arquitectónico consta de una parte gráfica, como las plantas, los alzados y las secciones, por citar algunos, y de otra parte documental, como la memoria descriptiva y el presupuesto (Plazola, 2001).

De esta manera, proyectar se puede definir como idear, imaginar, trazar y planear, todos ellos son pasos esenciales para lograr que el proyecto se construya y se convierta en una obra de arquitectura. El adjetivo proyectual y el sustantivo proyectación se derivan de este verbo y son ampliamente utilizados en la disciplina (Pachón & Reyes, 2011). El diseño de un proyecto arquitectónico requiere diversos

elementos que permitan responder eficazmente a las necesidades humanas (Figura 3.2). De esta forma, el proceso de diseño del proyecto arquitectónico se asemeja al de la investigación científica y, para su abordaje, este se ha llegado a plantear como un problema de investigación (Martínez, 2013).

Figura 3.2

Proceso de diseño del proyecto arquitectónico



Nota. Elaboración propia basada en Pachón y Reyes (2011).

El proyecto arquitectónico, como método de enseñanza en arquitectura, constituye el eje principal de aprendizaje para los estudiantes, y se lleva a cabo mediante ejercicios de diseño a través de la tradicional modalidad pedagógica del taller de diseño, en donde la práctica predomina sobre la teoría en un aprender haciendo. En esta modalidad tan arraigada en la educación arquitectónica, se señala que los profesores no enseñan a proyectar, sino que exponen al estudiante a un problema por resolver para luego corregirlo (Barney, 2011). A pesar de que la realización del proyecto arquitectónico tiene amplias ventajas de aprovechamiento didáctico y disciplinar, esto pasa desapercibido ante la consideración exclusiva del resultado en cuanto a la valoración de estética, forma y función. Por esta razón, en las asignaturas se pone mayor énfasis en el resultado final, no así en los procesos para llegar a él (Castaño *et al.*, 2005; Pachón & Reyes, 2011). La educación arquitectónica tradicional se centra en la enseñanza, en la que el profesor planea, dirige y controla el aprendizaje, puesto que el estudiante replica la manera en que el profesor propone su propia forma de hacer un proyecto arquitectónico. Sin embargo, el estudiante no es completamente pasivo, ya que puede discernir y experimentar con sus ideas (Pachón & Reyes, 2011).

3.1.2 La representación en arquitectura

La representación en arquitectura es una práctica que considera dimensiones técnicas como el aspecto constructivo y artístico, está relacionada con la expresión y la estética, y evoluciona conforme a las etapas del proceso de diseño (Roldán-García & Escandón-Suárez, 2022). En este sentido, los estudiantes de arquitectura necesitan desarrollar habilidades para la representación del espacio a partir de la composición geométrica y técnica con la utilización de códigos y símbolos propios de la disciplina, con el fin de desarrollar su capacidad de análisis y expresión gráfica que les facilite la comunicación de sus ideas. Este pensamiento gráfico, vinculado directamente al proceso creativo, implica un manejo y un conocimiento adecuados de las herramientas para mejorar la productividad (Roldán-García & Escandón-Suárez, 2022).

La arquitectura se rige bajo un lenguaje gráfico que es guiado por el diseño y que hace uso de distintas técnicas y medios de representación para la adecuada comprensión, comunicación y planeación del proyecto arquitectónico, por lo que en la formación arquitectónica se ha requerido de la adquisición de conocimientos y habilidades para comunicar y representar las ideas y proyectos a través del dibujo, croquis, planos, renders, láminas descriptivas, maquetas, entre otros (Figura 3.3).

Figura 3.3

Medios de representación en arquitectura



Nota. Tomado de Roldán-García y Escandón-Suárez (2022). 1. Mapas conceptuales, 2. Ilustración, 3. Renderizado foto realístico, 4. Modelado 3D paramétrico, 5. Diagramas, 6. Planimetría básica, 7. Maquetas de trabajo, 8. Simulación e inmersión, 9. Planimetría detallada, 10. Modelado 3D básico, 11. BIM gestión integral de proyectos y 12. Fotografía.

El dibujo ha sido considerado el principal medio de representación y comunicación del quehacer arquitectónico. El dibujo arquitectónico se basa en normas técnicas y principios específicos para la representación adecuada de un proyecto, y se diferencia del dibujo artístico en que este último se enfoca en las expresiones individuales. Existe gran diversidad de medios de representación en arquitectura en los que la tecnología ha tenido efectos significativos, por lo que su análisis en esta investigación se conduce precisamente en aquellos en los que interviene la tecnología, lo anterior para determinar cómo es su relación con el aprendizaje en el desarrollo de un modelo pedagógico acorde a las necesidades

educativas de la disciplina, por tal razón se ha tomado en consideración la siguiente clasificación general de los medios de representación arquitectónica, cuyas características se han tratado de vincular con el aprendizaje de acuerdo con la técnica que utilizan, la finalidad en el proyecto y su naturaleza (Tabla 3.4).

Tabla 3.4

Clasificación de los medios de representación arquitectónica en relación con el aprendizaje

Clasificación de los medios	Características
Según la técnica	Análogos. Medios en los que no intervienen tecnologías avanzadas entre el proyectista y el resultado (dibujo, pintura, escultura). Digitales. Medios que dependen de dispositivos y programas informáticos para su realización (dibujo digital, modelado 3D). Mixtos. Utilización de medios análogos y digitales.
Según la finalidad del proyecto	Explorativos. Formas de expresión, principalmente visuales, que apoyan al proceso creativo para desarrollar y definir un proyecto paso a paso (dibujos, bocetos, croquis, esquemas, modelos, maquetas). Externos. Permiten registrar ideas y ayudan a obtener deducciones, facilitando el proceso de análisis y la búsqueda de soluciones (bocetos, diagramas y notas escritas a mano). Finalidad de diseño. Medios que permiten visualizar el proyecto de manera más realista y comprensible (componentes, materiales y aspectos generales). Finalidad de desarrollo. Formas de representación empleadas para definir con exactitud tanto la forma como los elementos constructivos del proyecto. Finalidad de detalle. Medios de representación que sirven para precisar cómo realizar el proyecto para su construcción real.
Según la naturaleza de los referentes	Representación con las referencias existentes del entorno material, que requiere observación y comprensión geométricas. Medios de representación que ayudan a explorar y generar nuevas ideas o soluciones de manera anticipada, fomentando la creatividad. Procesual. Recursos que ayudan a transmitir y explicar el proyecto de manera clara, hacen que las ideas del proyecto sean comprensibles. Transversal. Un medio utilizado para explorar ideas a lo largo del proceso de diseño.

Nota. Elaboración propia tomada de Roldán-García y Escandón-Suárez (2022).

3.2 El proceso de enseñanza-aprendizaje en la educación arquitectónica

La educación en arquitectura abarca una variedad de cursos que incluyen teoría, práctica y diseño. Entre estos, el curso de diseño, conocido comúnmente como estudio de diseño, taller de diseño o *atelier*, se considera el componente central, los demás cursos suelen verse como complementarios, los cuales aportan conocimientos que fortalecen y enriquecen el aprendizaje en el estudio de diseño. Dentro del estudio de diseño, el aprendizaje se da a través de un proceso donde interactúan diversos métodos y estrategias pedagógicas, los cuales, de acuerdo con Mondragón-del-Angel y Canchola-Magdaleno (2023a), se pueden agrupar en tres principales modalidades: educación tradicional en arquitectura, educación en línea y a distancia, y educación a través de otras estrategias (Tabla 3.5).

Tabla 3.5

Modalidades principales del proceso de enseñanza-aprendizaje en arquitectura

Educación tradicional en arquitectura	Educación en línea y a distancia	Educación a través de otras estrategias
Se desarrolla en un entorno físico con interacciones entre profesores y estudiantes, para la discusión de proyectos, promoviendo así la transmisión de la cultura arquitectónica profesional. El proceso inicia con la comprensión del diseño, la recolección y el procesamiento de los datos, el reconocimiento de problemáticas y la revisión de perspectivas. Los estudiantes emplean bocetos para desarrollar sus ideas, que posteriormente son revisadas y ajustadas por el profesor hasta obtener un resultado óptimo. A continuación, se desarrolla el diseño esquemático, incluyendo planos y maquetas. Predominan las técnicas de representación manual en los primeros años. Entre las estrategias didácticas,	La transición de los cursos de diseño a entornos virtuales, dada la pandemia de COVID-19, presentó varios desafíos. Fue más complicado adaptar el aprendizaje a distancia, a diferencia de los cursos teóricos, que lograron una mejor aceptación en línea. Los retos principales incluyen aspectos sociales, ecológicos y de comportamiento para los estudiantes; mientras que, para los profesores, la falta de preparación en el uso de multimedia y estrategias de enseñanza digital fue clave. Las instituciones enfrentaron la necesidad de fortalecer el desarrollo profesional, el soporte	Aprendizaje colaborativo: estrategia orientada a resolver restricciones prácticas y técnicas, fortalecer el compromiso, incrementar la motivación estimular el juicio crítico y facilitar el diálogo y análisis de ideas. Se enfoca en la enseñanza de la creatividad y en la claridad de objetivos para una evaluación precisa de los proyectos. Aprendizaje experiencial: ciclo de experiencia concreta, reflexión, conceptualización y experimentación activa. Aprendizaje situado: se centra en la resolución de problemas en situaciones reales, similar a "Aprender Haciendo". Teoría Cognitiva del Aprendizaje Multimedia de Mayer (TCAMM): organiza

destacan el ABP, la crítica en diferentes formatos y la interacción constante entre los participantes.	técnico y la capacitación en TIC para todos.	palabras e imágenes en representaciones inteligibles, integrándolas con conocimientos previos.
--	--	--

Nota. Elaboración propia basada en Mondragón-del-Angel y Canchola-Magdaleno (2023a).

3.3 El constructivismo y su relación con la incorporación de tecnologías en la educación arquitectónica

El constructivismo es una perspectiva psicológica y filosófica, la cual se basa en que las personas construyen el conocimiento por sí mismas, por lo que se convierten en aprendices activos. El constructivismo propone un currículo integrado, en el cual se estudia un tema desde diversos enfoques, por lo tanto, los profesores deben promover y planear situaciones en donde los estudiantes participen activamente con el contenido mediante el uso de los materiales y de la interacción social (Schunk, 2012). De esta perspectiva, se desprenden diversas teorías del aprendizaje, entre las principales se encuentran la teoría de Piaget, la cual se basa en la interacción individuo-objeto, la teoría de Ausubel, basada en el aprendizaje significativo, y la teoría de Vigotsky, que se centra en la interacción del individuo con otros (Tabla 3.6).

Tabla 3.6

Comparativa de las principales teorías del aprendizaje constructivistas

Teoría cognitiva de Piaget	Aprendizaje significativo de Ausubel	Aprendizaje social de Vigotsky
A medida que avanza la maduración biológica, se desarrollan estructuras cognitivas más complejas, lo que permite una interacción más amplia con el entorno y, con ello, un aprendizaje más amplio que favorece la adaptación. El aprendizaje se produce a partir de dos procesos: 1. Asimilación. El contacto que la persona tiene con los elementos que la rodean.	El individuo relaciona las ideas nuevas que recibe con las que ya tenía, lo que da lugar a un significado propio y particular. Esta dinámica se realiza mediante la articulación de tres elementos: 1. Lógico. El material por aprender debe ser coherente para facilitar su aprendizaje. 2. Cognitivo. Considera el desarrollo de las habilidades	Plantea que el aprendizaje surge de la relación entre la persona y su entorno. Vigotsky define la zona de desarrollo próximo como la distancia entre lo que una persona puede aprender por sí sola y lo que logra con el apoyo de un experto.

2. Acomodación. Los elementos asimilados se incorporan a la estructura cognitiva de la persona. Con la integración de estos mecanismos, se establece el proceso de equilibrio, en el que la persona aplica lo aprendido para optimizar su desempeño en su entorno.	de pensamiento y la forma en que recibe, organiza, interpreta y utiliza la información. 3. Afectivo. Contempla las condiciones del entorno emocional, que pueden favorecer o dificultar el proceso formativo.
---	--

Nota. Elaboración propia a partir de Ortiz (2015).

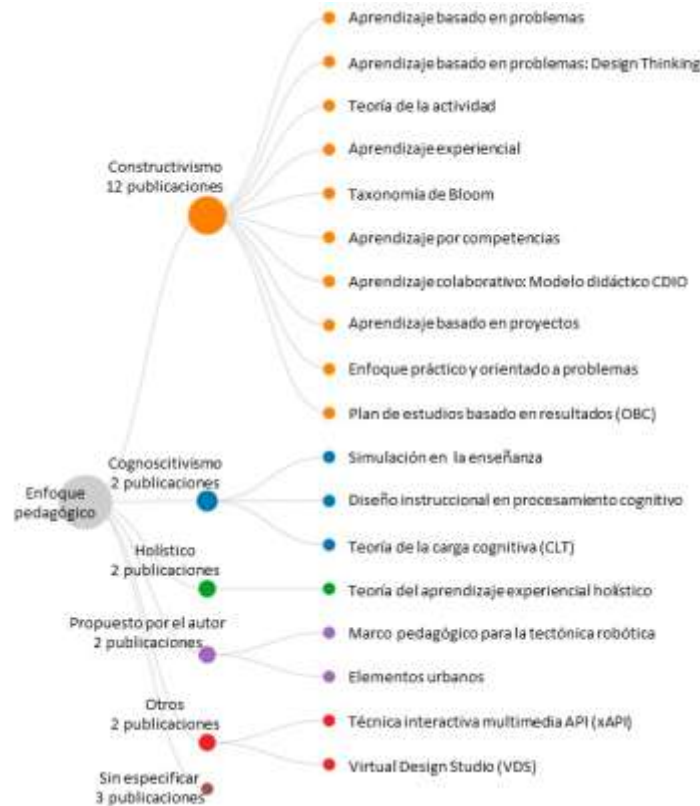
Aunque las teorías de Piaget, Ausubel y Vigotsky estén claramente definidas, el constructivismo en la educación se integra por elementos de diversas corrientes psicológicas como el enfoque psicogenético piagetiano, la teoría de los esquemas cognitivos, la teoría de Ausubel de la asimilación y el aprendizaje significativo entre otras que comparten la importancia de actividades constructivas del estudiante en la realización de los aprendizajes escolares, por lo que la concepción constructivista de la enseñanza y del aprendizaje parte del ámbito social (Díaz-Barriga & Hernández, 2004).

De acuerdo con las características de la arquitectura enfocada a la resolución de problemas a través del diseño es como se relaciona estrechamente con el constructivismo, la manera habitual en que se lleva a cabo el proceso de enseñanza-aprendizaje del diseño arquitectónico ha sido a través de este enfoque, específicamente a través del ABP, pero de igual manera al tener como una de las estrategias principales la interacción y las sesiones de crítica se tienen características del aprendizaje social de Vigotsky.

En relación con la incorporación de tecnologías, también el enfoque constructivista es el más utilizado, entre los modelos más utilizados se encuentran el ABP y el aprendizaje experiencial (Figura 3.4).

Figura 3.4

Modelos y estrategias utilizados para la incorporación de tecnología en la educación arquitectónica



Nota. Tomado de Mondragón-del-Angel *et al.* (2022), trabajo donde se analizaron 23 publicaciones a nivel mundial acerca de la incorporación de software en la educación arquitectónica.

El aprendizaje experiencial a través del Modelo de Kolb o del modelo de aprendizaje situado, así como el aprendizaje colaborativo son estrategias constructivistas propuestas en la educación arquitectónica para atender las necesidades de vincular la educación con la profesión, lo que demuestra que, aunque el ABP ha sido la estrategia predominante para abordar el diseño arquitectónico, esta no es suficiente si no se relaciona con problemas del contexto real. En este sentido, en diversas áreas del conocimiento, las universidades de hoy en día aplican metodologías de aprendizaje experiencial mediante laboratorios comunitarios, programas de emprendimiento, servicio social, pasantías, entre otros (Gleason & Rubio, 2020).

La educación demanda el desarrollo de competencias estrechamente ligadas al diseño de experiencias de aprendizaje significativas, en las que los estudiantes sean el centro del proceso de enseñanza-aprendizaje (Reyes *et al.*, 2022). Por lo tanto, el enfoque constructivista ofrece diversas posibilidades para elaborar un marco pedagógico que permita la adecuada incorporación de las tecnologías en la educación arquitectónica.

3.3.1 El aprendizaje en la educación en arquitectura

El aprendizaje se puede definir como un cambio que perdura en la conducta y que resulta de la experiencia. Aprender implica construir y modificar nuestro conocimiento, así como nuestras habilidades, estrategias, creencias, actitudes y conductas (Schunk, 2012). La manera en que el ser humano aprende y los factores que intervienen en este proceso son temas de estudio constante. Esto se debe a que los contextos sociales varían con el tiempo, las generaciones de hoy son muy distintas a las de apenas un par de generaciones atrás y el mayor factor de cambio ha sido el producido por el rápido avance tecnológico.

Desde la perspectiva constructivista, el aprendizaje es un proceso en el que el estudiante construye su propio conocimiento al relacionarlo con conocimientos y experiencias previas. Por ello, se descarta la idea de que el estudiante sea un mero receptor de información o reproductor del conocimiento. Para que el aprendizaje se lleve a cabo, la enseñanza se propone como un apoyo, de esta manera, el aprendizaje constructivista puede analizarse desde: 1) sus procesos psicológicos y 2) los mecanismos para promover, guiar y orientar el aprendizaje. Los elementos principales que deben favorecer el proceso instruccional de enseñanza son (Díaz-Barriga & Hernández, 2004):

1. El logro del aprendizaje significativo.
2. La memorización comprensiva de los contenidos escolares.
3. La funcionalidad de lo aprendido.

La finalidad de la “intervención pedagógica” es que el estudiante, por sí mismo, adquiera la capacidad de obtener aprendizajes significativos en diversas situaciones y circunstancias (Díaz-Barriga & Hernández, 2004), lo cual se relaciona directamente con la educación arquitectónica (Tabla 3.7), en la que los estudiantes deben aprender a “aprender a” solucionar muy diversos problemas de diseño referentes al hábitat. Si bien en la profesión existen áreas de trabajo claramente definidas, los problemas a resolver varían según el contexto socioeconómico, cultural, ambiental y político en el que se presenten.

Tabla 3.7

Relación del aprendizaje constructivista con la educación en arquitectura

Ideas fundamentales del constructivismo	Características de la educación en arquitectura
El estudiante construye y reconstruye el conocimiento y actúa de forma activa al explorar, descubrir e inventar, incluso al leer o escuchar a otros.	Sesiones de crítica. Diseño arquitectónico.
El estudiante interpreta, relaciona y reorganiza la información para darle sentido propio a partir de contenidos previamente estructurados.	Proyecto arquitectónico.
El profesor debe conducir el aprendizaje del estudiante a partir del conocimiento colectivo.	Interacción profesor-estudiante, estudiante-estudiante.

Nota. Elaboración propia basada en Díaz-Barriga y Hernández (2004).

De acuerdo con el enfoque constructivista, en el aprendizaje escolar existen dos dimensiones de los tipos de aprendizaje que tienen lugar en el aula: el modo en que se adquiere el conocimiento y la forma en que se incorpora a la estructura cognitiva del estudiante (Figura 3.5). La interacción entre estas dimensiones da lugar a situaciones de aprendizaje escolar en las que pueden visualizarse las posibilidades de enseñanza.

Figura 3.5

Dimensiones de los tipos de aprendizaje escolar constructivista



Nota. Elaboración propia basada en Díaz-Barriga y Hernández (2004).

En la educación en arquitectura, los estudiantes adquieren un aprendizaje por descubrimiento significativo, ya que en el proceso de diseño arquitectónico no existe una única respuesta correcta ante un problema de diseño, aun al llegar a la aproximación de la mejor solución posible de diseño, el proyecto construido requerirá de una Evaluación Post Ocupacional (EPO) para determinar si ha cumplido o no con las soluciones de diseño propuestas y retroalimentar el aprendizaje del diseñador. Para tomar decisiones fundamentadas en el proyecto arquitectónico, el estudiante debe consolidar conocimientos previos y generar significados a partir de los contenidos presentados, a fin de lograr una toma de decisiones adecuada en el proyecto. Asimismo, para establecer su propia metodología de diseño basada en los conocimientos adquiridos a través de la experiencia.

3.3.2 El Aprendizaje Basado en Problemas

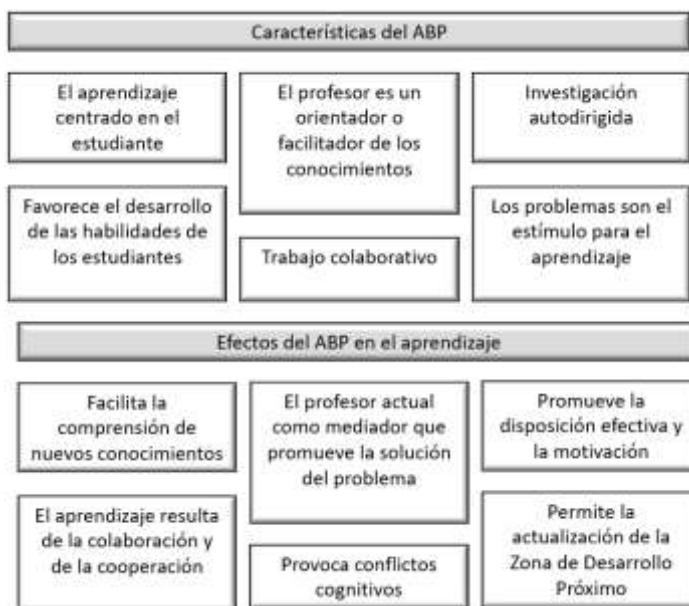
El ABP se basa en las ideas de John Dewey y de Lev Vygotsky. Dewey destacó el aprendizaje a través de la experiencia, mientras que Vygotsky subrayó la interacción social en la resolución de problemas (Luy-Montejo, 2019). Por lo tanto,

el ABP es una estrategia en la que los estudiantes se enfrentan a problemas que intentan resolver activamente mediante situaciones de discusión en grupo. Durante el proceso de comprensión del problema, junto con la recopilación de información y el planteamiento de estrategias de solución, los estudiantes aprenden contenidos y recursos procedimentales (Díaz-Barriga & Hernández, 2004).

Esta estrategia favorece los aprendizajes significativos, mediante la utilización de problemas para generar aprendizajes y conocimientos, de tal forma que los estudiantes vinculan los nuevos conocimientos con los previos para dar solución a un problema (Ramírez, 2014). Las características del ABP (Figura 3.6) son adecuadas para el aprendizaje de los estudiantes universitarios (Luy-Montejo, 2019), y en la educación superior en arquitectura es una estrategia habitual a la que se recurre, ya que la arquitectura busca resolver necesidades de la vida real que se plantean como problemas, tal como lo detallan las fases del ABP (Figura 3.7).

Figura 3.6

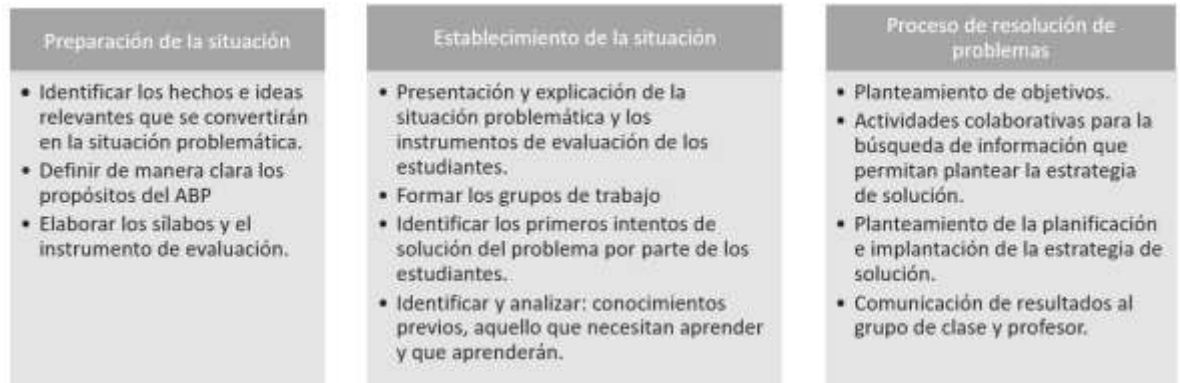
Características y efectos del ABP



Nota. Elaboración propia basada en Ramírez (2014).

Figura 3.7

Fases principales del ABP



Nota. Elaboración propia basada en Luy-Montejo (2019).

En la práctica educativa, el ABP ha demostrado tener más ventajas que inconvenientes. Entre sus beneficios, permite situaciones de discusión entre compañeros, lo que propicia el trabajo colaborativo. Sin embargo, presenta desafíos como el tiempo que requiere para llevarse a cabo y que los problemas, a pesar de que se abordan “casos reales”, estos se encuentran alejados del contexto verdaderamente real (Guitart, 2011), es decir, próximos a los estudiantes. Asimismo, en la educación arquitectónica, aunque esta estrategia sea predominante junto con el Aprendizaje Basado en Proyectos, algunas investigaciones destacan que hay una desvinculación de la teoría con la práctica, debido a una pérdida histórica de capacitación presencial en el sitio (Djabarouti & O’Flaherty, 2019). De esta manera, se sugiere el Aprendizaje Experiencial para responder a la integración de la teoría con la práctica en el estudio del diseño, ya que tanto el Aprendizaje Experiencial como el Aprendizaje Mediante la Práctica se centran en que los estudiantes aprenden mejor cuando se involucran activamente en el proceso de enseñanza-aprendizaje a través de la experiencia (Kharvari & Kaiser, 2022).

El Aprendizaje Experiencial se basa en la construcción de conocimiento mediante “una inmersión de experiencias en el mundo real” (Gleason & Rubio, 2020, p.4) para reflexionar sobre estas experiencias y generar un aprendizaje significativo.

La experiencia como aprendizaje requiere estar situada en la época y en los sistemas formativos del estudiante, lo que permite vincular la teoría con la práctica en el mundo real. De esta forma, se adquieren conocimientos perdurables que dan lugar a un conocimiento significativo y contextualizado (Espinar *et al.*, 2020).

En la educación universitaria, el Aprendizaje Experiencial se puede implementar mediante estrategias como el ABP, el aprendizaje por proyectos, el aprendizaje de servicio y el aprendizaje cooperativo. Además, se desarrolla en espacios como pasantías, laboratorios, proyectos disciplinarios, entre otros. De hecho, la aplicación del Aprendizaje Experiencial en algunas de las mejores universidades de acuerdo con el *ranking* QS 2019, ha sido a través de laboratorios comunitarios y de finanzas, proyectos sociales y comunitarios, intercambios internacionales, programas de emprendimiento, clínicas, servicio social, entre otros, especialmente en las Ciencias Sociales, Ingeniería, Ciencias, Negocios y Humanidades (Gleason & Rubio, 2020).

Por lo tanto, en la educación arquitectónica, el ABP puede superar sus limitaciones al incorporar principios del Aprendizaje Experiencial, fortaleciendo la conexión entre teoría y práctica. Tal como los estilos de aprendizaje propuestos por David Kolb, los cuales se basan en la afirmación de que el aprendizaje individual se genera a través de la herencia, las vivencias y las exigencias del ambiente, y de que cada persona tiene un modo diferente de procesar la información y, en consecuencia, de percibir la realidad. Kolb estableció cuatro estilos de aprendizaje: convergente, divergente, asimilador y acomodador. Otros factores que influyen en el aprendizaje son la estimulación, la edad y la experiencia cultural (Espinar *et al.*, 2020). Considerando los diversos estilos de aprendizaje y los factores contextuales, el profesor puede proponer estrategias de enseñanza específicas que contribuyan al logro del aprendizaje significativo.

Algunas recomendaciones que promueven el Aprendizaje Experiencial son (Gleason & Rubio, 2020):

- Gestión del tiempo. Organizar de manera eficiente los horarios y las fechas de entrega del proyecto, identificando la necesidad de mantener, ajustar o ampliar los plazos establecidos.
- Etapa inicial del proyecto. Familiarizar y guiar a los estudiantes en la comprensión y desarrollo del proyecto.
- Cultura de autogestión. Fomentar y orientar a los estudiantes para que participen de manera responsable en el proyecto, fortaleciendo su capacidad para tomar decisiones y para el aprendizaje autónomo.
- Organización de grupos. Crear formas de interacción que favorezcan el trabajo en equipo. Supervisar el avance de cada equipo mediante el seguimiento de actividades, evidencias y retroalimentación, así como mediar en las situaciones de conflicto que se presenten.
- Vinculación con externos. Fomentar relaciones positivas y colaborativas con las distintas personas o instancias involucradas en el proyecto.
- Utilización de las tecnologías disponibles. Promover el uso adecuado y crítico de los recursos tecnológicos para optimizar del trabajo.
- Evaluación del proyecto. Emplear distintas estrategias de evaluación, tanto individuales como grupales, e impulsar la reflexión para llegar a acciones de mejora.

3.3.3 Evaluación del aprendizaje en el ABP

La diversidad de formas de evaluación es sumamente valiosa en el ABP (Tabla 3.8). La evaluación del desempeño, la observación sistemática, las listas y las escalas de calificación proporcionan retroalimentación sobre el progreso del aprendizaje. Asimismo, los estudios de caso proporcionan una manera de evaluar los diversos procesos que constituyen la indagación (Eggen & Kauchak, 2009).

Tabla 3.8*Tipos de evaluación para el ABP*

Tipo de evaluación	Definición
Evaluación de desempeño	Se refiere a tareas en las que los estudiantes demuestran sus niveles de competencia, conocimiento o habilidad mediante el desarrollo de una tarea o la generación de un producto. Trata de aumentar su validez poniendo a los estudiantes en situaciones tan reales como sea posible.
Observación sistemática mediante rúbricas	Una rúbrica es una escala de calificaciones que describe las normas de evaluación.
Listas	Son descripciones escritas de dimensiones que deben estar presentes en un desempeño aceptable. Los desempeños deseados son verificados.
Escalas de calificación	Son descripciones escritas de categorías evaluativas de un desempeño aceptable y escalas de valores en las que se califica cada categoría.
La evaluación en grupo e individual	Los profesores deben combinar las evaluaciones de grupo y las individuales al medir el ABP. Las evaluaciones en grupo proporcionan información sobre cómo trabajan los estudiantes y los grupos en colaboración. Las evaluaciones individuales proporcionan información sobre el desarrollo y el progreso de cada estudiante.
Utilización de casos	Cuando se utilizan estudios de caso, se plantea a los estudiantes un problema y se les pide que formulen hipótesis, elaboren preguntas para recopilar información y realicen observaciones a partir del problema.

Nota. Elaboración propia basada en Eggen y Kauchak (2009).

3.4 Tecnologías utilizadas en la Educación Superior en arquitectura

La integración de las TIC en el estudio del diseño arquitectónico mejora el rendimiento y el aprendizaje de los estudiantes al transformar los procesos de diseño y al fomentar nuevos enfoques educativos. Las redes sociales, por ejemplo, potencian la colaboración, la motivación y la experiencia del estudiante. Al usar tecnología (Tabla 3.9), los estudiantes perciben y representan los objetos de diseño de manera innovadora, lo que enriquece su proceso de aprendizaje. Los métodos tradicionales, en cambio, presentan limitaciones, como la falta de alineación con el contexto real y el tiempo prolongado necesario para crear modelos no interactivos. Tecnologías inmersivas como la RA y la RV son herramientas prometedoras para abordar estos desafíos, ya que ofrecen una enseñanza más atractiva y novedosa (Mondragón-del-Angel & Canchola-Magdaleno, 2023a).

Tabla 3.9

Nuevas tecnologías incorporadas en la educación en arquitectura

Tecnología	Utilización en la educación arquitectónica
Internet	Sus implicaciones se han revisado en temas de impacto en la cultura, identidad y creatividad en el diseño arquitectónico, ya que en la mayoría de los casos representa la principal fuente de recopilación de información para iniciar un proyecto arquitectónico y que con su utilización se ha demostrado que la calidad del diseño aumenta de manera significativa
RA Y RV	Son herramientas que pueden fomentar un entorno social activo en la educación en línea y a distancia. La RV se ha propuesto como una herramienta que permite cambiar del método de enseñanza centrado en el profesor, a un método de enseñanza centrado en el estudiante, ya que el método tradicional resulta poco eficaz para el aprendizaje de los estudiantes, principalmente para los cursos que no son el estudio de diseño, como los cursos de construcción, por ejemplo.
BIM	Herramientas digitales como BIM no cuentan con una implementación acertada en los planes de estudio, en consecuencia, los graduados se enfrentan a problemas relacionados con esta herramienta para adaptarse al entorno profesional.
<i>Google Maps y Google Earth,</i>	Las herramientas para estudiar el sitio pueden ser <i>Google Maps y Google Earth</i> y, en etapas posteriores, utilizar software de diseño arquitectónico.

Nota. Elaboración propia tomada de Eldardiry y Elmoghazy, (2018); Bashabsheh *et al.*, (2019); Hossain y Bin, (2022) y Singery, (2023).

Algunas limitaciones en el uso de herramientas digitales como recurso principal para el estudio del diseño arquitectónico se deben a la complejidad inherente del proceso de diseño. Los softwares actuales no logran satisfacer plenamente las necesidades del diseño, ya que este es impredecible. Por ello, en el diseño arquitectónico es común utilizar e incluso crear herramientas específicas que permitan el desarrollo adecuado de un proyecto. Así, también surge la necesidad de generar herramientas alineadas a los requerimientos particulares del diseño y de los diseñadores.

3.4.1 Clasificación y características

Las tecnologías que recientemente han sido utilizadas en la educación arquitectónica se pueden clasificar de acuerdo con Mondragón-del-Angel y Canchola-Magdaleno, (2023a) en:

Tecnologías para el diseño. Estas tecnologías han sido las más incorporadas, principalmente la RV, la RA, el BIM y el *Virtual Design Studio* (VDS). Tienen la flexibilidad de integrarse con otras tecnologías, aunque tienen características propias, se pueden llevar a cabo de diversas formas y con diferentes softwares o herramientas digitales. De esta manera, investigadores han creado nuevas tecnologías y plataformas a partir de ellas para cubrir de manera particular las necesidades de un curso específico o para intervenir experimentalmente en un programa educativo de arquitectura. Entre ellas se encuentran:

- RA: Se basa en la superposición de imágenes y objetos virtuales puestos sobre el mundo real y el contexto físico para crear una Realidad Mixta (RM). Esta característica de vincular el mundo virtual y el real, la convierte en una herramienta apropiada para ser empleada en la educación arquitectónica.
- RV: Es un medio que incluye simulaciones interactivas por computadora que brindan la sensación de inmersión al reemplazar o mejorar la retroalimentación de tan solo uno de los sentidos de los usuarios. Se divide en sistemas inmersivos y no inmersivos, los primeros envuelven totalmente al usuario mediante hardware especializado, por ejemplo, a través de unidades de visualización que se montan en la cabeza. Los sistemas no inmersivos utilizan hardware más general y los usuarios no están totalmente inmersos. Por sus características de simulación, la RV ha sido utilizada para la capacitación en trabajos de alto riesgo, no obstante, sus aplicaciones en la educación arquitectónica han sido limitadas.
- Realidad Extendida (RE): Es un término emergente que se refiere al espectro del continuo realidad-virtualidad que incluye RV, RA y RM. La RM se refiere a la interacción entre objetos físicos y virtuales.

- **4D CAD:** Permite verificar y planificar proyectos de construcción. Para la realización de modelos 4D se pueden utilizar herramientas 3D o 2D, o también a partir de tecnologías que integran 4D, como BIM.

Herramientas Educativas. Las herramientas educativas permiten documentar el progreso de los estudiantes y proporcionar retroalimentación, además de facilitar la educación en línea mediante plataformas interactivas.

- *ePortfolio:* Reúne el trabajo de estudiantes y profesores para que los estudiantes reflexionen sobre su proceso y desarrollo e identifiquen los puntos de mejora, a su vez, sirve como instrumento de evaluación.
- *Stop Motion:* El video comenzó a integrarse en la educación arquitectónica entre los años 70 y 80. Se han utilizado videotutoriales para desarrollar las habilidades de representación de los estudiantes. También la documentación en video, mediante la técnica de *Stop Motion*, sirve como medio para recordar y descubrir elementos del proceso de diseño. De esta manera, con visualizaciones repetidas, se puede realizar una evaluación y retroalimentación del proceso.
- *Virtual Learning Environments (VLE):* Son sistemas de tecnología de la información diseñados para facilitar la enseñanza y el aprendizaje mediante diversas herramientas en línea en un solo lugar, como *Moodle*, *Canvas* y *Blackboard*.
- **VDS:** Desde mediados de los 90 ha sido parte de la educación en arquitectura. Utiliza diversas herramientas, servicios y sistemas digitales para reproducir o complementar los estudios de diseño físicos tradicionales. Sus objetivos son generar un medio de gestión, comunicación, colaboración y compromiso mediante herramientas basadas en la web.

Herramientas de Comunicación e Interacción. Son tecnologías recientes que buscan convertirse en un medio educativo interactivo y atractivo para los

estudiantes. Tal es el caso de *Social Network Virtual Design Studio* (SNVDS), que utiliza herramientas de redes sociales para ofrecer recursos opcionales para la comunicación, el compromiso y la colaboración de los estudiantes junto con un entorno físico de estudio. *Facebook*, el internet y las plataformas de videoconferencia también corresponden a esta clasificación.

3.4.2 Formas de incorporación de las tecnologías en la educación arquitectónica

Las tecnologías han sido integradas en la educación arquitectónica de diversas maneras, generando un impacto positivo en las modalidades de incorporación actuales. De acuerdo con Mondragón-del-Angel y Canchola-Magdaleno (2023a), estas modalidades son: de manera complementaria a los cursos convencionales y existentes, de forma experimental dentro de un curso curricular existente y de manera experimental como curso nuevo dentro del plan de estudios.

1. De manera complementaria a los cursos convencionales y existentes.

Actualmente, los VDS se utilizan en todo el mundo, apoyados por las TIC y los Sistemas de Gestión de Aprendizaje (SGA) para facilitar su uso. Esta tecnología se ha incorporado principalmente como complemento de los cursos tradicionales, ya que los cursos virtuales suelen tener un enfoque de enseñanza instructivo que no se ajusta del todo al proceso educativo de la arquitectura, que se basa en la interacción y la experiencia. Para lograr una mayor integración, se propone desarrollar VDS en espacios de interacción comunes, como las redes sociales.

El *ePortfolio*, por su parte, se ha implementado como una estrategia complementaria al estudio de diseño mediante herramientas de la *Web 2.0* como *Blogger* y *WordPress*. El *ePortfolio* fomenta la participación y la colaboración, además de apoyar la gestión, la comunicación y la responsabilidad social de los estudiantes.

2. De forma experimental dentro de un curso curricular existente. Se han desarrollado diversas tecnologías basadas en RV y RA con varios fines dentro de

la educación en arquitectura, ingeniería y construcción, entre las finalidades principales de desarrollo se encuentran la mejora del aprendizaje, el desarrollo de habilidades y la mejora de la percepción visual y espacial.

Un ejemplo es el software desarrollado por Bashabsheh *et al.*, (2019), denominado BC/VR basado en RV, el cual se probó con estudiantes de un curso de construcción de edificios de la Facultad de Arquitectura y Diseño de la Universidad de Ciencia y Tecnología de Jordania. Para el desarrollo, se seleccionó primero un proyecto que cumpliera con los objetivos de aprendizaje del curso. A partir de dibujos 2D existentes, se utilizó *AutoCAD* para crear un modelo 3D, que luego se exportó a *3Ds Max* para definir los materiales y lograr una apariencia más realista. Finalmente, el modelo se exportó al motor de juego *Unity Game Engine* para crear una experiencia de RV inmersiva y no inmersiva. Los resultados mostraron que los estudiantes presentaron un buen nivel de aceptación y satisfacción con el software como método de enseñanza.

Otra tecnología basada en RA utilizó los softwares *Sketchup* y *3Ds Max V-Ray* para incrementar y mejorar las habilidades espaciales y de representación visual en construcción de los estudiantes. Los elementos diseñados en dichos softwares se transfirieron a la simulación de RA y se utilizaron marcadores para ser escaneados con software de RA. Como resultado, se observó una mejora en la percepción y la comprensión espaciales, así como en la representación visual de los estudiantes (Hajirasouli & Banihashemi, 2022).

En la Escuela de Arquitectura de Atenas, de acuerdo con Koutsoumpas (2021), se propuso la implementación de *Stop Motion* para documentar en video el proceso de diseño de los estudiantes sobre el edificio en el que tenían que trabajar en el estudio de diseño, podían elegir entre realizar el modelo o el video. Para la realización del video los estudiantes utilizaron *Adobe Photoshop*, *iMovie*, *Keynote* o *Power Point*. El video fue percibido por los estudiantes como un instrumento revelador, ya que, al verlo en repetidas ocasiones, podían descubrir algunas

deficiencias y corregirlas. La utilización de *Stop Motion* permitió a los estudiantes tener mejor comprensión, conciencia y reflexión en cómo diseñan.

3. De manera experimental como curso nuevo dentro del plan de estudios. Para incorporar BIM en la enseñanza, Hossain y Bin (2022) seleccionaron un curso existente y lo adaptaron a un nuevo perfil de curso. El curso se estructuró para abordar la tecnología BIM desde distintos aspectos: teoría, información que proporciona BIM, herramientas y comandos, y, finalmente, el diseño del proyecto con BIM. Así, se creó un *Outcome Based Curriculum* (OBC), en el que la integración de BIM mediante ArchiCAD 23 se llevó a cabo durante todo el semestre. Al final, el curso se evaluó mediante un cuestionario cuyos resultados sugirieron que BIM debería introducirse de forma gradual desde los primeros años de formación, lo que implicaría reestructurar diversos cursos.

Además del enfoque en BIM, otra tecnología implementada de forma experimental en los cursos es VDS. Para estudiar y comprender su impacto en el proceso educativo del diseño arquitectónico y de interiores, Bailey-Ross *et al.* (2022) llevaron a cabo un experimento en el que reemplazaron un estudio de diseño físico tradicional por un entorno virtual. Para los estudiantes, esta sustitución resultó desafiante, especialmente en el aprendizaje del diseño, ya que experimentaron aislamiento y falta de interacción. Sin embargo, también destacaron que el uso de VDS les brindó mayor flexibilidad y control sobre su tiempo.

3.4.3 Evaluación del impacto de las tecnologías dentro de la educación arquitectónica

En la educación en arquitectura, el uso de Internet por parte de los estudiantes presenta tanto beneficios como desafíos, ya que facilita el acceso a una amplia variedad de recursos, proyectos de referencia y tendencias actuales, lo que enriquece el proceso de diseño y abre oportunidades para que los estudiantes participen en concursos internacionales. Sin embargo, el acceso constante a información global puede tener efectos negativos, como una menor valoración de la identidad y la cultura local, la falta de consolidación de ideas y problemas de

confiabilidad en los proyectos como señalaron en un principio Eldardiry y Elmoghazy (2018), y que con el análisis de proyectos de graduación que realizaron se demostró que, en lugar de alejar a los estudiantes de su cultura, Internet les permite conectar con ella y expandir su conocimiento hacia otras culturas.

La incorporación de tecnologías RE en la educación arquitectónica tiene un impacto positivo en el aprendizaje y el rendimiento estudiantil. La RV permite una comprensión más profunda de los contenidos, aumenta la motivación y fortalece habilidades como el pensamiento crítico, la percepción espacial y la reflexión sobre aspectos formales, funcionales y materiales de los diseños arquitectónicos (Kharvari & Kaiser, 2022). De forma similar, la RA fomenta la motivación y el compromiso, facilita la interacción, reduce la carga cognitiva y permite visualizar conceptos abstractos. Además, la RA fortalece la interacción entre los estudiantes y los profesores respecto del contenido de aprendizaje (Mahmoud *et al.*, 2022).

La revisión sistemática de Hajirasouli y Banihashemi (2022) sobre la implementación de RA en la educación en construcción muestra que esta tecnología es ampliamente valorada por su utilidad. La RA ayuda a reducir distracciones del entorno físico, mejora las habilidades sociales y de colaboración, y fortalece las habilidades espaciales y gráficas de los estudiantes, facilitando una mejor comprensión y aplicación de sus diseños en la realidad. Además, el uso de contenidos inmersivos e interactivos hace que el proceso de enseñanza sea más atractivo y eficaz, lo que promueve la participación activa de los estudiantes. En general, tanto estudiantes como profesores muestran un alto nivel de aceptación de la incorporación de la RA en la educación en construcción.

3.4.4 Recomendaciones de la incorporación de tecnologías en la educación arquitectónica

La incorporación de tecnologías en la educación arquitectónica es un aspecto fundamental para preparar a los estudiantes para las competencias requeridas por el entorno profesional actual. Desde herramientas de modelado como BIM, que permiten una comprensión integral del diseño y construcción, hasta tecnologías de

RE y plataformas de diseño digital, estas innovaciones están transformando el aprendizaje en arquitectura, diversos estudios a nivel mundial recientemente se han enfocado en el estudio de estas incorporaciones de los cuales se pueden retomar las sugerencias y recomendaciones (Tabla 3.10) para la consolidación de un esquema a partir de los precedentes existentes, el cual facilite la implementación de tecnología en la educación arquitectónica y contemple estudios de mayor profundidad sobre su impacto en el aprendizaje y creatividad de los estudiantes.

Tabla 3.10

Recomendaciones para la incorporación de tecnologías

Tecnología	Autor	Recomendaciones
BIM	Hossain y Bin Zaman	Se recomienda su incorporación gradual a partir del segundo año, iniciando con conocimientos básicos de dibujo y modelado arquitectónico, para que en niveles superiores se implemente software de renderizado y animación. Por lo tanto, se requiere de un marco de estrategias para el diseño con BIM pues es relevante que los estudiantes de arquitectura aprendan este tipo de tecnologías desde los inicios de sus estudios universitarios
RE	Kharvari y Kaiser	Se pueden integrar con los cursos del currículo de arquitectura, no obstante, se requiere de mayor investigación en el tema para medir el impacto de estas tecnologías en el proceso de enseñanza-aprendizaje sobre todo en temas de creatividad, para los que se sugieren estudios psicológicos con la finalidad de obtener mediciones precisas
VDS	Bailey-Ross <i>et al.</i>	Por al igual que con la incorporación de VDS donde se recomienda una mayor experimentación en diferentes niveles para explorar sus elementos como herramienta educativa
Herramientas digitales de diseño	Soliman <i>et al.</i>	Se recomienda incorporar <i>Lumion, Rhinoceros, Grasshopper, Indesign, Blender 3D, CorelDraw y Design Builder</i> en el plan de estudios de arquitectura, puesto que se utilizan en la práctica arquitectónica, así como integrarlos desde el desarrollo conceptual del diseño.

Nota. Elaboración propia tomada de Mondragón-del-Angel y Canchola-Magdaleno (2023a).

Para que la educación arquitectónica se mantenga alineada con los avances tecnológicos, es esencial incorporar gradualmente herramientas digitales y de RE en el currículo universitario. La implementación de tecnologías como BIM y el uso de software especializado deben adaptarse a cada etapa de aprendizaje,

comenzando por conocimientos básicos y avanzando hacia aplicaciones más complejas en niveles superiores. De esta manera, es necesario un marco estratégico que guíe el uso de estas tecnologías y, mediante investigaciones adicionales, se evalúe su impacto en aspectos clave como la creatividad y el proceso de diseño. Con una estrategia bien estructurada, las tecnologías digitales pueden enriquecer el proceso educativo y fortalecer las competencias de los futuros arquitectos.

CAPÍTULO 4. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

Este capítulo detalla el planteamiento metodológico adoptado para llevar a cabo la investigación. Se describe el diseño de la investigación, con enfoque en la Investigación Basada en Diseño (IBD), a partir del cual se analiza el contexto educativo y se realiza una investigación de campo para identificar la problemática actual. El capítulo también incluye el desarrollo del Modelo Pedagógico de Tecnologías de Representación Gráfica (MP-TRG), que se propone para mejorar el proceso de enseñanza en la Licenciatura en Arquitectura de la UAQ, y presenta un plan de implementación para su aplicación.

4.1 Diseño de la investigación

La investigación tiene un alcance exploratorio, descriptivo y correlacional. Es exploratorio, ya que no existen estudios que respalden la aplicación de un Modelo Pedagógico basado en la incorporación de TRG para la Educación Superior en arquitectura. Descriptivo, ya que la investigación propone describir los elementos del problema para detallar el fenómeno y caracterizar los hechos que ocurren. Es correlacional, ya que la obtención de una mejora significativa del desempeño académico de los estudiantes de tercer semestre de la Licenciatura en Arquitectura de la UAQ dependerá de la estructura y forma de aplicación del Modelo Pedagógico.

La investigación inicia con una proposición general, a partir de la cual se identificarán los hechos clave, se analizarán las relaciones que configuran la problemática y se plantearán posibles soluciones. Considerando lo anterior, se llegará a conclusiones particulares, por lo tanto, la realización de la investigación plantea la utilización del enfoque deductivo a partir del método mixto, puesto que, por la naturaleza compleja de los problemas relacionados con el proceso de enseñanza-aprendizaje y del diseño arquitectónico, esta amerita la utilización de técnicas cuantitativas y cualitativas para obtener mayor comprensión del fenómeno estudiado.

El diseño de la investigación combina un enfoque cuantitativo experimental, un enfoque cualitativo fenomenológico con investigación-acción y un enfoque mixto de triangulación concurrente (Figura 4.1).

Figura 4.1

Diseño de investigación



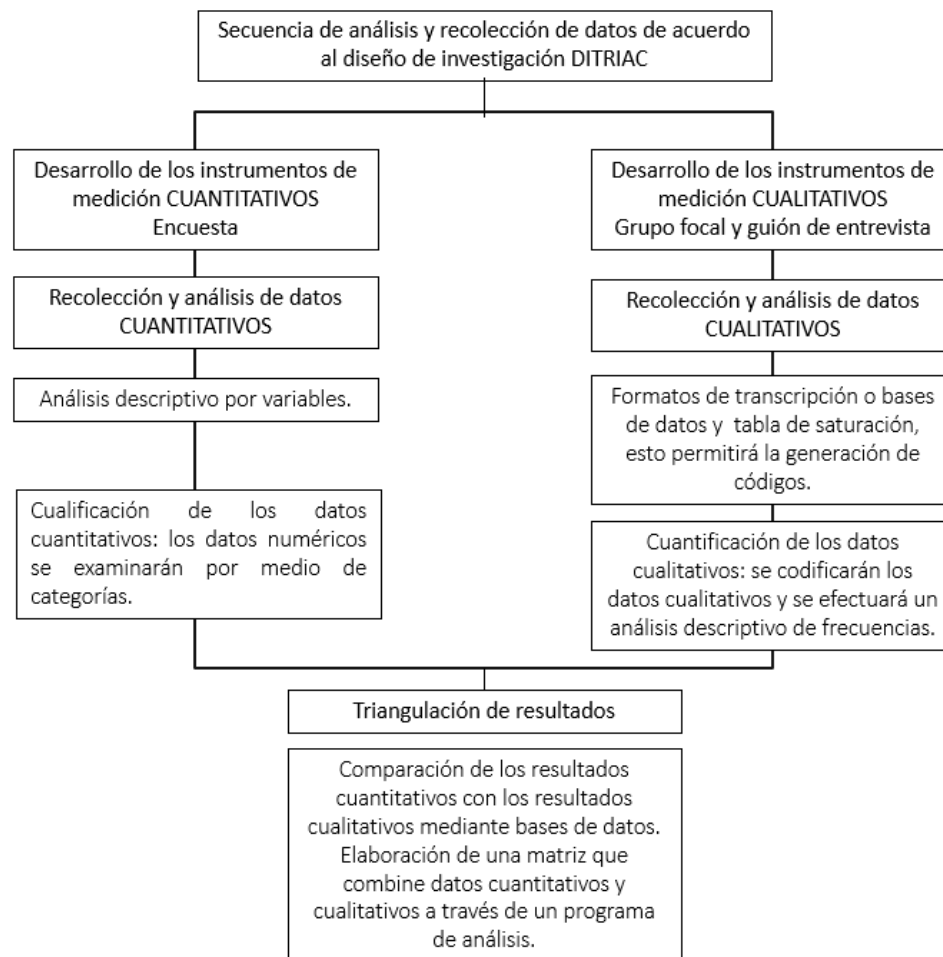
Nota. Elaboración propia tomado de Guillén y Elida (2019); Hernández *et al.* (2014).

La recolección y el análisis de los datos cuantitativos y cualitativos se realizaron de forma independiente. Al término de la interpretación de los resultados, se definieron las inferencias y las relaciones, por lo que se utilizó un Diseño de Triangulación Concurrente (DITRIAC). En el DITRIAC, de forma paralela, se recolectan y analizan datos cualitativos y cuantitativos, y se explican los dos tipos de resultados en la etapa de interpretación y discusión mediante la comparación

entre bases de datos (Figura 4.2). Puede resultar complejo comparar los resultados de dos análisis que utilizan datos con formas diferentes, ya que se realizan por separado, para luego realizar una validación cruzada entre los datos cuantitativos y cualitativos (Hernández *et al.*, 2014).

Figura 4.2

Secuencia del método mixto con el diseño de triangulación concurrente DITRIAC



Nota. Elaboración propia basada en Hernández *et al.* (2014).

Muestreo y recolección de datos. Se utiliza el muestreo concurrente para métodos mixtos, ya que implica la utilización de forma independiente de muestras paralelas cuantitativas y cualitativas, de esta forma, se recolectan y generan al mismo tiempo los datos cuantitativos y cualitativos (Hernández *et al.*, 2014).

Se eligió el diseño DITRIAC por su pertinencia con las características de esta investigación, descartando otros diseños mixtos específicos (Tabla 4.1) expuestos por Hernández *et al.* (2014).

Tabla 4.1

Diseños de investigación fuera del alcance del estudio

Tipos de diseño mixto		Característica que lo excluye
Diseño exploratorio secuencial (DEXPLOS).		Debido a que su secuencia en la recolección de datos cuantitativos y cualitativos, por fases separadas, no permitiría a la investigación una exploración profunda del problema en cada una de sus etapas.
Diseño explicativo secuencial (DEXPLIS).		Se caracteriza por una primera etapa de recolección y análisis de datos cuantitativos, que continúa con la recolección y el análisis de datos cualitativos a partir de los resultados de la primera etapa. Puede otorgarse mayor relevancia al enfoque cualitativo o al cuantitativo.
Diseño transformativo secuencial (DITRAS).		El estudio se direcciona a partir de una perspectiva teórica, cuya importancia supera la del método en la investigación.
Diseño anidado o incrustado de modelo dominante (DIAC).		El proyecto es desarrollado bajo un método principal, mientras que el método secundario se integra en el enfoque metodológico central.
Diseño anidado concurrente de varios niveles (DIACNIV).		La obtención de los datos cualitativos y cuantitativos se lleva a cabo mediante diversos niveles de análisis, con el fin de recopilar la información de diferentes grupos.
Diseño transformativo concurrente (DISTRAC).		Está guiado por una teoría, incluso por un diseño cuantitativo o cualitativo. Su propósito es integrar la información cualitativa y cuantitativa.
Diseño de integración múltiple (DIM).		Implica la combinación de métodos cuantitativos y es sumamente itinerante.

Nota. Elaboración propia basada en Hernández *et al.* (2014).

4.2 Investigación Basada en Diseño

Una de las principales características del enfoque mixto es la aproximación iterativa y cíclica a la investigación (Hernández *et al.*, 2014). De esta forma, se utilizará la Investigación Basada en Diseño (IBD), ya que es un método demostrado y aplicado en el diseño, así como en la implementación y evaluación de secuencias de enseñanza-aprendizaje de investigaciones que incluyen intervenciones y crean conocimiento didáctico (Guisasola *et al.*, 2021). La utilización de la IBD es adecuada

para la investigación, ya que se llevará a cabo un análisis de los procesos de enseñanza-aprendizaje específicos en la educación arquitectónica y, en particular, en el área de la representación gráfica. En la Tabla 4.2 se describe la correspondencia entre las características de la IBD con las de la investigación.

Tabla 4.2

Correspondencia de las características de la IBD con la investigación

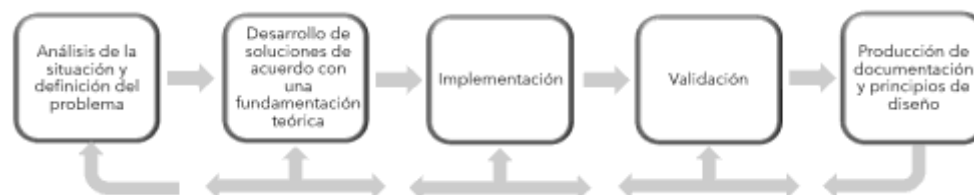
Características del método IBD	Características de la investigación
Intervencionista: la investigación tiene como objetivo una intervención en el aula o contexto educativo real.	La investigación plantea la aplicación de un Modelo Pedagógico que incorpora tecnología en la educación arquitectónica.
Orientada por la teoría: el diseño se basa en teorías generales, y las evidencias empíricas del diseño contribuyen a generar y/o confirmar teorías.	El diseño y la aplicación del Modelo Pedagógico basado en TRG se realizarán de acuerdo con las teorías del aprendizaje, como la constructivista.
Iterativa: la investigación incorpora un proceso cíclico de diseño, evaluación y rediseño.	El modelo diseñado tendrá que someterse a evaluación y rediseño para comprobar su impacto y grado de éxito.
Orientada al proceso: se evita una medición de situaciones “entrada-salida”, se centra en comprender y mejorar las intervenciones.	El modelo planteará las incorporaciones tecnológicas que, una vez implementadas, deberán analizarse en los resultados para la mejora continua.
Orientada al pragmatismo: el mérito de un diseño se mide, en parte, por su utilidad para el profesorado en contextos reales.	El modelo será aplicado en contextos reales de enseñanza, y el resultado final en su estructura, podrá ser utilizado en la docencia.

Nota. Elaboración propia basada en Guisasola *et al.* (2021).

De acuerdo con las fases generales de la IBD (Figura 4.3): análisis, desarrollo, implementación, validación y publicación, se plantea una estrategia metodológica que considera el diseño de investigación DITRIAC.

Figura 4.3

Fases generales de la IBD



Nota. Tomado de, de Benito y Salinas (2016, p. 49).

4.3 Análisis de la situación y definición del problema

La primera fase consistió en realizar una revisión sistemática de la literatura y un diagnóstico empírico. A partir de los cuales se buscó responder a la pregunta de investigación: ¿qué problemas enfrenta la incorporación de TRG?, con el propósito de identificar la problemática de su incorporación en el contexto de la educación universitaria arquitectónica y, de esta forma, diseñar procedimientos adecuados para la elaboración de un Modelo Pedagógico.

La revisión sistemática permitió analizar estudios previos sobre el uso de tecnologías en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la educación superior en arquitectura, mediante la cual se identificaron las tendencias y limitaciones existentes. Por otro lado, el diagnóstico se realizó mediante entrevistas a profesores y estudiantes, quienes compartieron sus experiencias, perspectivas y desafíos relacionados con la incorporación de herramientas digitales en el proceso educativo. Estos análisis proporcionaron una base sólida para comprender el contexto actual y estructurar el esquema del Modelo Pedagógico.

4.3.1 Identificación del estado actual de la problemática

Se llevó a cabo una exhaustiva revisión del estado actual de las tecnologías implementadas en la educación superior en arquitectura mediante el método de investigación documental de revisión sistemática. La finalidad fue identificar los criterios que se siguieron para incorporar las tecnologías, y el enfoque pedagógico que respalda su incorporación. Así, se obtuvo una visión integral de las tendencias, innovaciones y prácticas educativas vinculadas al uso de tecnologías en la arquitectura. Asimismo, se identificaron los desafíos de incluir un software específico en la educación superior en arquitectura.

Las revisiones sistemáticas permiten sintetizar el estado del conocimiento sobre un tema específico, identificar áreas y problemas de investigación, abordar preguntas que de otro modo no podrían responderse en estudios individuales, y

valorar o crear teorías sobre cómo o por qué ocurren los fenómenos de interés (Page *et al.*, 2021).

La revisión se llevó a cabo entre agosto y septiembre de 2022. Se emplearon tres bases de datos científicas en línea relacionadas con la educación y la tecnología: *ScienceDirect*, *Dialnet* y *AULIMP*. La estrategia de búsqueda se basó en los ítems sugeridos por la declaración PRISMA 2020 (Page *et al.*, 2021), aplicables a intervenciones sociales o educativas. La revisión se desarrolló en cuatro etapas generales:

1. Criterios de inclusión y exclusión: Los artículos seleccionados debían ser de investigación, estar disponibles en texto completo, ser de acceso abierto, estar escritos en cualquier idioma y provenir de cualquier país, además de enfocarse en la educación, con un periodo de publicación de 2017 a 2022. La búsqueda sin restricciones de idioma permitió explorar la frontera del conocimiento en distintas regiones del mundo.

Para la exclusión de artículos, se consideraron los estudios con metodología insuficiente, así como aquellos que abordaban la arquitectura de software y se referían a patrones o lineamientos que ayudan a la construcción de software. Se excluyeron estudios relacionados con la arquitectura de software, la ingeniería de software y el aprendizaje de la programación, así como aquellos que abordaban la arquitectura de la información y su papel en la recuperación de datos.

Asimismo, se excluyeron artículos centrados en urbanismo, ciudades inteligentes, IoT en los edificios, edificios inteligentes, eficiencia energética y cambio climático, así como aquellos que abordaban tecnologías aplicadas exclusivamente a la práctica profesional de la arquitectura.

Durante la búsqueda, identificación y selección de artículos, se encontró que la terminología en diseño y arquitectura guarda similitudes con la de la arquitectura de software del área informática. Por ello, en algunos casos, los

criterios de inclusión y exclusión solo pudieron aplicarse tras la revisión completa del texto.

2. Estrategia de búsqueda: Con base en estos criterios, se diseñó una estrategia de búsqueda que incluyó términos clave en español e inglés, utilizando la siguiente fórmula: ((software) *AND* (*architectural education* OR educación arquitectónica)). Se obtuvieron 772 resultados, de los cuales 7 fueron duplicados y se eliminaron. El total de documentos admitidos al análisis fueron 765.
3. Depuración de la información: En primer lugar, se dio lectura a los 765 títulos y resúmenes obtenidos, identificando los artículos como pertinentes o no pertinentes según los criterios de inclusión y exclusión establecidos. El resultado fue 84 artículos seleccionados para su revisión a texto completo, de los cuales, tras aplicar los criterios mencionados, se incluyeron 23 en la revisión.
4. Codificación y análisis de datos: Se realizó un análisis cuantitativo y cualitativo, de acuerdo con las categorías: países y año con mayor número de publicaciones, tecnologías y software incorporados, criterios utilizados para la incorporación de software y tecnología y, por último, enfoques pedagógicos utilizados.

4.3.2 Análisis del contexto educativo, investigación de campo

En el ámbito de la investigación cualitativa, se empleó el enfoque metodológico fenomenológico-hermenéutico, centrado en la interpretación de la experiencia humana. Aunque no sigue reglas específicas, las actividades que la caracterizan son la definición de un problema de investigación, su estudio, reflexión, descripción e interpretación a través de los significados de los participantes (Hernández *et al.*, 2014). De esta manera, su utilización en investigaciones educativas resulta oportuna para comprender las problemáticas pedagógicas que

permitan su análisis en profundidad, con el fin de lograr la mejora de los procesos de enseñanza-aprendizaje. El método se desarrolló con las siguientes etapas (Hernández *et al.*, 2014):

1. Definición del fenómeno de interés.

¿Cuáles son los criterios y condiciones actuales para la incorporación de tecnologías en las asignaturas del área de comunicación de la Licenciatura en Arquitectura de la UAQ?

2. Elección del contexto y de los participantes.

El contexto de estudio se desarrolló en la Licenciatura en Arquitectura de la UAQ, con enfoque en los procesos de enseñanza-aprendizaje vinculados a las TRG. Por lo tanto, el estudio se centra en el eje disciplinar de comunicación del Plan de Estudios (PE) ARQ19. Las asignaturas comprendidas son Geometría Descriptiva, Dibujo Técnico, Expresión Gráfica, Taller de maquetas y Herramientas digitales para arquitectura I, que se imparten en los semestres primero, segundo y tercero.

Los participantes incluyeron a los profesores de las asignaturas mencionadas y a los estudiantes que las cursaron. Participaron cuatro profesores y seis estudiantes por asignatura, para un total de 30 estudiantes.

3. Inmersión en el campo.

Desde 1963, la entonces Escuela de Ingeniería de la UAQ, hoy Facultad de Ingeniería, ha ofrecido estudios de licenciatura a la comunidad. En 2011, el H. Consejo Universitario aprobó la propuesta del programa de estudio de Arquitectura, y en 2012 ingresó la primera generación bajo el plan ARQ12.

En 2019 se implementó una reestructuración del programa ARQ12, cuyo objetivo fue alinearlos con la política educativa y con el Modelo Educativo Universitario (MEU) de la UAQ. En esta reestructuración también se consideraron otros planes institucionales, así como los procesos de evaluación de los Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior (CIEES) y de la

Acreditadora Nacional de Programas de Arquitectura y Disciplinas del Espacio Habitable (ANPADEH), así como los ejercicios de gestión ante la Secretaría de Educación Pública (SEP).

El MEU fue una nueva propuesta para el modelo educativo de formación humanista, la cual se basa en la construcción de conocimientos centrada en el aprendizaje, con un enfoque multidisciplinario e interdisciplinario, una estructura flexible y un compromiso social (UAQ, 2019). El MEU se integra por tres componentes principales: principios y valores, enfoque pedagógico e innovación educativa, los cuales fueron vinculados al plan curricular ARQ19 de la licenciatura en arquitectura.

El plan ARQ19 aborda las perspectivas laborales de los graduados en arquitectura y plantea la necesidad de profesionales competitivos en el ámbito nacional e internacional, debido a la intensa competencia en la industria de la construcción y la edificación. El PE destaca la necesidad de adaptarse a las tendencias actuales en arquitectura, especialmente en materia ambiental y en el uso de tecnologías avanzadas, promoviendo su integración en la formación de los estudiantes.

Los programas de arquitectura suelen abarcar alrededor de 400 créditos, distribuidos normalmente en periodos de 8 a 10 semestres (CIEES, 2001). De acuerdo con el currículo de varias instituciones que ofrecen la carrera de arquitectura en la región, la carga principal de materias en los planes de estudio recae en el área de diseño y representación.

En el caso de la UAQ, el PE de la carrera de arquitectura se diseñó considerando las necesidades específicas del entorno de su época, así como la historia y la evolución de la carrera. El currículo de arquitectura se sustenta en conocimientos base, formación y consolidación; y se divide en siete áreas del conocimiento (Tabla 4.3) encaminadas a dar respuesta a las necesidades del contexto en que se encuentra (UAQ, 2019).

Tabla 4.3

Estructura del plan de estudios ARQ19

Eje disciplinar	Número de materias	Semestres en que se imparte									
1. Diseño y proyectos	12 materias	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2. Tecnología	9 materias	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3. Teoría e historia	9 materias	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4. Comunicación	10 materias	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5. Urbano ambiental	6 materias	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6. Gestión	5 materias	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7. Formación integral	20 materias	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

El eje disciplinar de formación integral es el que tiene la mayor carga de materias a lo largo de los 10 semestres del currículo de la carrera de arquitectura de la UAQ. En segundo lugar, respecto a la carga de materias, se encuentra el eje de diseño y proyectos y, en tercer lugar, el eje de comunicación (Figura 4.4). Es en este eje donde las materias están enfocadas para que el estudiante aprenda a expresar y comunicar sus ideas sobre proyectos de manera efectiva a través de distintos medios (gráfico, oral y escrito), utilizando adecuadamente el lenguaje técnico propio del campo de la arquitectura.

Figura 4.4

Carga de materias de cada eje disciplinar del plan de estudios ARQ19



El uso de software es esencial en la arquitectura, siendo *AutoCAD* el más demandado, seguido por los motores de renderizado, según las exigencias de los empleadores hacia los arquitectos. Además, las tareas directamente relacionadas con la ejecución de obra son las más solicitadas en el ámbito laboral. El software con mayor demanda en el estado de Querétaro es: 1) *AutoCAD*, 2) *Sketchup + V-Ray*, 3) *Revit*, 4) *Photoshop*, 5) *3DS MAX*, 6) Excel y 7) *Opus*. En cuanto a los principales sectores de empleo en el estado, estos son: 1) Director Responsable de Obra (D.R.O), 2) Presupuestos, 3) Diseño de proyecto, 4) Estructurista, 5) Instalaciones, 6) Paisajismo y 7) Renderista (UAQ, 2019).

4. Recolección de datos.

Se diseñó un guión de entrevista individual para los profesores (Anexo 2) y otro de entrevista grupal para los estudiantes (Anexo 3). El diagnóstico se llevó a cabo mediante entrevistas semiestructuradas a profesores y estudiantes de las asignaturas del eje disciplinar de comunicación, quienes compartieron sus experiencias. La elaboración y la aplicación siguieron las etapas de la investigación con entrevistas: organización temática, diseño, entrevista, transcripción, análisis, verificación e informe (Kvale, 2007).

5. Análisis de datos.

El análisis se basó en la Teoría Fundamentada, que implica la organización y comprensión de los datos para interpretar la realidad (Hernández *et al.*, 2014). Los datos fueron segmentados para identificar categorías y sus características durante la etapa de codificación abierta. Posteriormente, en la etapa de codificación axial, se establecieron relaciones y comparaciones entre dichas categorías. Finalmente, en la etapa de codificación selectiva, se determinó una categoría central basada en su relación con las demás categorías, su frecuencia en los datos, su claridad y su utilidad práctica.

En el marco de la investigación cuantitativa, se realizó un estudio de naturaleza descriptiva. Este enfoque se centró en la recopilación y el análisis de

datos para describir en detalle las características del objeto de estudio. En particular, se buscó comprender los criterios y condiciones actuales para la incorporación de tecnologías en las asignaturas del área de comunicación de la Licenciatura en Arquitectura de la UAQ. El proceso de investigación fue el siguiente:

Planteamiento del problema: ¿Cuáles son los criterios y condiciones actuales para la incorporación de tecnologías en las asignaturas del área de comunicación de la Licenciatura en Arquitectura de la UAQ?

Desarrollo de los instrumentos de medición: Se diseñaron dos cuestionarios: uno dirigido a profesores y otro a estudiantes (Anexo 4). Los estudiantes participantes fueron seis por grupo de las asignaturas de Geometría Descriptiva, Dibujo Técnico, Expresión Gráfica, Taller de maquetas y Herramientas digitales I, de primer a tercer semestre del periodo 2023-2. Los profesores participantes fueron quienes impartieron las asignaturas de comunicación: Geometría Descriptiva, Dibujo Técnico, Expresión Gráfica y Herramientas digitales I del mismo periodo.

Recolección de datos: Los cuestionarios fueron distribuidos entre octubre y noviembre de 2023 a través de un formulario de *Google Forms*, plataforma seleccionada por su accesibilidad, facilidad de uso y practicidad para hacerlos llegar a los participantes, así como por su capacidad para organizar y presentar los datos recabados. La implementación del formulario permitió aplicar el instrumento de manera uniforme y dentro del plazo estimado. Para su aplicación, se contactó a los participantes de manera presencial en las instalaciones de la UAQ para explicar el objetivo general del estudio, resolver dudas y, de esta manera, garantizar una participación informada, con el propósito de fortalecer la consistencia de los resultados.

Análisis de datos: Mediante el diseño mixto DITRIAC, se llevó a cabo la cualificación de los datos cuantitativos, en la que los datos numéricos se analizaron en categorías. A su vez, se cuantificaron los datos cualitativos y se realizó un análisis descriptivo. En la triangulación de resultados, se compararon los datos cuantitativos con los cualitativos mediante bases de datos.

4.4 Desarrollo de soluciones de acuerdo con una fundamentación teórica

La fundamentación teórica sustentada en un marco específico en TIC, explica cómo la incorporación de TRG puede contribuir a la mejora del desempeño académico mediante un Modelo Pedagógico. Por medio de una cartografía conceptual se abordó la pregunta de investigación: ¿De qué manera se están incorporando las TRG en la Educación Superior en Arquitectura? Entonces, a partir del análisis sistemático y teórico realizado en las fases iniciales de la investigación, se diseñó el Modelo Pedagógico de Tecnologías de Representación Gráfica (MP-TRG), cuyo esquema general se presenta a continuación.

4.4.1 Diseño del Modelo Pedagógico de Tecnologías de Representación Gráfica

Con el análisis de la situación y definición del problema se obtuvieron los elementos necesarios para la construcción del esquema general del MP-TRG (Figura 4.5). Este modelo se estructura en cuatro áreas: 1) Selección de los recursos de aprendizaje, 2) Diseño del aprendizaje, 3) Implementación y 4) Grado de éxito y evaluación. Las áreas se encuentran identificadas por un color en la figura mencionada. Los componentes de cada área fueron el resultado del análisis de los criterios de incorporación de tecnologías identificados en la revisión sistemática y del sustento teórico expuesto en el Capítulo 3.

Figura 4.5

Esquema general del MP-TRG



Área 1. Selección de recursos de aprendizaje. Se refiere al proceso de identificar, seleccionar y organizar los diversos materiales y herramientas educativas que se utilizarán para facilitar el aprendizaje de los estudiantes. Implica la alineación del enfoque pedagógico y del contenido temático con el contexto educativo, a fin de asegurar que los materiales y herramientas digitales seleccionados contribuyan a mejorar el desempeño académico de los estudiantes (Figura 4.6).

Figura 4.6

Componentes del área selección de recursos de aprendizaje del MP-TRG

1) Selección de los recursos de aprendizaje			
ENFOQUE PEDAGÓGICO	CONTENIDO TEMÁTICO	CONTEXTO	HERRAMIENTAS DIGITALES
Estrategia de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)	- Asignaturas en el eje disciplinar de COMUNICACIÓN - Geometría descriptiva - Dibujo técnico - Expresión gráfica - Taller de maquetas - Herramientas digitales - Análisis de los contenidos y objetivos de aprendizaje	Evaluación diagnóstica	- BIM - Realidad virtual - Realidad aumentada

Área 2. Diseño del aprendizaje bajo la metodología ABP. Implica la creación de experiencias educativas centradas en la resolución de problemas. En lugar de presentar la información de manera tradicional, el ABP coloca a los estudiantes en situaciones prácticas y desafiantes que demandan la aplicación de conocimientos para encontrar soluciones. Por lo tanto, se requiere una evaluación inicial de los conocimientos previos de los estudiantes y de sus perspectivas. A partir de estos elementos, se podrá direccionar el manejo de la tecnología elegida, teniendo en cuenta los objetivos del curso, el programa y la asignación del material de aprendizaje (Figura 4.7).

Figura 4.7

Componentes del área diseño del aprendizaje bajo la metodología ABP del MP-TRG

2) Diseño del aprendizaje bajo la metodología ABP						
CONOCIMIENTOS PREVIOS	PERSPECTIVAS DE LOS ESTUDIANTES	ROL DOCENTE	MANEJO DE TECNOLOGÍA	OBJETIVOS	PROGRAMA	MATERIAL DE APRENDIZAJE
• Evaluación del rendimiento académico • Evaluación diagnóstica sobre experiencia previa o nivel de conocimiento sobre la tecnología incorporada	• Perfil del estudiante • Perspectivas de los alumnos sobre la tecnología o software incorporado	• Evaluación diagnóstica	• Explicación sobre el manejo del software, guía detallada, introducción de los conceptos básicos de la tecnología, importancia de su uso y demostraciones	• Objetivos de aprendizaje del curso	• Construcción de sistema curricular, plan o programa, construcción del entorno de enseñanza (virtual y real en algunos casos)	• Definición del proyecto o actividad a realizar

Área 3. Implementación. En esta área se aborda por completo el uso de la herramienta digital seleccionada, comenzando con una etapa de exploración y adaptación a su manejo y, posteriormente, una etapa de dominio y utilización estrechamente ligada a los objetivos de aprendizaje. Por último, el componente de gestión del tiempo es determinante para llevar a cabo cada etapa de esta área (Figura 4.8).

Figura 4.8

Componentes del área implementación del MP-TRG

3) Implementación				
EXPLORACIÓN	DOMINIO	UTILIZACIÓN	GESTIÓN DEL TIEMPO	LO APRENDIDO
• Explorar la herramienta, período de habituación al manejo del software, familiarizarse con la tecnología	• Nivel de dominio que el estudiante adquiere con la herramienta	• Utilización, simulación de la herramienta • Presentación o exposición de la herramienta ante los estudiantes	• Tiempo para llevar a cabo la actividad, el proyecto o la interacción con la herramienta	• Adquisición de habilidades y conocimiento • Resolución de problemas

Área 4. Grado de éxito y evaluación. Con la utilización de la herramienta digital se tendrá un impacto y percepción por parte de los estudiantes, que es indispensable medir para definir la conveniencia de la utilización de la herramienta digital seleccionada y de los demás recursos y materiales de aprendizaje de acuerdo con un contenido temático que demanda objetivos de aprendizaje. Así, el componente de cumplimiento tiene como fin evaluar el grado de éxito una vez concluida la actividad de prueba. Por último, se obtiene una evaluación general de los conocimientos adquiridos (Figura 4.9).

Figura 4.9

Componentes del área grado de éxito y evaluación del MP-TRG

4) Grado de éxito y evaluación			
IMPACTO	PERCEPCIÓN	CUMPLIMIENTO	EVALUACIÓN
• Efectos del dominio o manejo de la herramienta por parte de los estudiantes	• Expectativa y percepción del estudiante sobre la tecnología incorporada	• Cumplimiento con los resultados de aprendizaje. Grado de éxito de los estudiantes al completar la tarea, actividad o proyecto y su comprensión demostrada que tiene que ver con el uso del software y el contenido temático. • Evaluación del proceso que se refiere medir como la incorporación logró los objetivos pedagógicos	• Evaluación de conocimientos. De contenido del curso y nivel cognitivo

4.4.2 Plan de implementación del MP-TRG

Una vez definida la primera versión del modelo, se estructuró un plan de implementación con la finalidad de dar respuesta a la pregunta de investigación: ¿Cómo diseñar y aplicar un Modelo Pedagógico que incorpore TRG para fomentar la mejora del desempeño académico en la Educación Superior en arquitectura? De tal forma que, a partir de la primera iteración, se evaluaron los resultados para definir el diseño, realizar los ajustes pertinentes y volver a implementarlo hasta llegar al diseño final. Se buscó diseñar un MP-TRG para mejorar el desempeño académico de los estudiantes de tercer semestre de la Licenciatura en Arquitectura de la UAQ.

Se realizó una investigación cuantitativa cuasiexperimental. En los diseños cuasiexperimentales, los participantes no se seleccionan aleatoriamente, sino que pertenecen a grupos preexistentes al experimento (Hernández *et al.*, 2014). El cuasiexperimento se desarrolló de acuerdo con el siguiente procedimiento:

1. Estudio de las variables. Análisis del efecto de la variable independiente sobre la variable dependiente en el grupo experimental y en el grupo de control.

Variable independiente (VI) Modelo Pedagógico basado en Tecnologías de Representación Gráfica	Variable dependiente (VD) Desempeño académico de los estudiantes
---	---

2. La hipótesis declarativa. La implementación del MP-TRG contribuye a la potencial mejora del desempeño académico de los estudiantes de la asignatura de Taller de maquetas del tercer semestre de la Licenciatura en Arquitectura de la UAQ.
3. Muestreo no probabilístico por conveniencia. Los participantes fueron los estudiantes de dos grupos ya conformados de la asignatura de Taller de Maquetas del periodo 2024-1. Se designó de manera aleatoria un grupo

experimental y otro de control. El MP-TRG se implementó en el grupo experimental durante todo el periodo 2024-1, equivalente a un semestre.

4. Recolección de datos. Se aplicaron instrumentos cuantitativos y cualitativos para evaluar el impacto del MP-TRG.
5. Análisis de datos. Se realizó un análisis descriptivo por variables, junto con un análisis cualitativo de las experiencias de los estudiantes y de la información obtenida en los grupos focales.

Primera iteración. Se aplica el MP-TRG en la asignatura de Taller de maquetas de tercer semestre de la Licenciatura en Arquitectura de la UAQ en el periodo 2024-1 (enero-julio).

Grupo control
Asignatura Taller de Maquetas
Grupo 91
2024-1

Grupo experimental
Asignatura Taller de Maquetas
Grupo 92
2024-1

Segunda iteración. Se aplica el MP-TRG en la asignatura de Taller de maquetas de tercer semestre de la Licenciatura en Arquitectura de la UAQ en el periodo 2024-2 (agosto-diciembre).

Grupo control
Asignatura Taller de Maquetas
Grupo 91
2024-2

Grupo experimental
Asignatura Taller de Maquetas
Grupo 92
2024-2

CAPÍTULO 5. RESULTADOS

Este capítulo presenta y examina los hallazgos obtenidos a lo largo de la investigación, en primer lugar, mediante un diagnóstico de la utilización de herramientas digitales por parte de profesores y estudiantes en un contexto local determinado. En este diagnóstico se exponen los resultados, tanto cuantitativos como cualitativos, y se realiza su triangulación para obtener una visión completa de la situación.

En segundo término y a partir de estos análisis, se desarrolla la primera iteración del MP-TRG, compuesta por la selección de los recursos de aprendizaje, el diseño del aprendizaje y su implementación. Se evalúa el grado de éxito de esta primera iteración y, con ello, se consideran los ajustes necesarios a través de un replanteo. Por último, se describe la segunda iteración del MP-TRG, junto con las mejoras y los aprendizajes obtenidos durante el proceso.

En esta etapa se buscó dar respuesta a la pregunta de investigación: ¿Cuáles son los resultados obtenidos con la aplicación de un MP-TRG en la Educación Superior en arquitectura?, para lo cual se analizaron los datos con base en la teoría del aprendizaje significativo, a fin de confirmar si el MP-TRG propicia la potencial mejora del desempeño académico de los estudiantes de tercer semestre de la Licenciatura en Arquitectura de la UAQ. Esto se detalla en los apartados de validación correspondientes.

5.1 Diagnóstico de incorporación de herramientas digitales en la Educación Arquitectónica

A continuación, se describen los resultados obtenidos a partir de los cuestionarios y entrevistas realizados con los profesores y estudiantes de las materias del eje de comunicación del plan de estudios de la Licenciatura en arquitectura de la UAQ durante el periodo 2023-2.

Las asignaturas del eje de Comunicación incluidas 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, entre los diez que integran el PE. La asignatura de herramientas digitales es seriada en el tercer, cuarto y quinto semestre. El resto de las asignaturas de este eje son difusión del proyecto, seminario de investigación y seminario de titulación.

La población objeto de estudio fue la de los estudiantes de la Licenciatura en Arquitectura de la UAQ, inscritos en las materias del eje disciplinar de Comunicación: Geometría Descriptiva, Dibujo Técnico, Expresión Gráfica, Taller de maquetas y 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 tamaño mínimo de muestra de 30 casos 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 no probabilístico por conveniencia, en el que se seleccionaron 30 casos: seis estudiantes inscritos en cada una de las asignaturas que comprenden el estudio, del periodo 2023-2. Los profesores participantes fueron quienes impartieron las asignaturas del mismo periodo: Geometría Descriptiva, Dibujo Técnico, Expresión Gráfica y Herramientas digitales para la arquitectura I. La muestra de estudiantes y profesores utilizada en el estudio cuantitativo y en el cualitativo es la misma; es decir, se trata de una única muestra que participa en ambos enfoques.

5.1.1 Resultados de la investigación cuantitativa

Se llevó a cabo un estudio de tipo transeccional, descriptivo y exploratorio, cuyo objetivo principal fue describir las características del fenómeno de estudio. Para los estudiantes se elaboró un cuestionario de 25 preguntas, mientras que para los profesores se diseñó otro de 26 preguntas. Tanto a estudiantes como a profesores se les contactó de forma presencial en las instalaciones de la UAQ, donde se les explicó el objetivo del estudio y se les invitó a participar voluntariamente en la investigación.

La fiabilidad del instrumento fue comprobada cualitativamente por tres expertos, quienes evaluaron de manera independiente la relevancia, pertinencia y congruencia de las preguntas con las variables a medir, así como la claridad y la ausencia de 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 se aplicaron de octubre a noviembre de 2023 de manera presencial, en formato impreso.

Para los estudiantes encuestados, el rango de edad oscila entre 18 y 24 años. Mientras que el rango de edad de los profesores va de 27 a 55 años. El 60% de los profesores encuestados son mujeres y el 40% son hombres, todos con perfil académico en arquitectura. El 60% de los profesores tiene entre 6 y 10 años de experiencia como docentes de arquitectura. El 20% tiene más de 20 años y el 20% restante tiene entre 0 y 5 años.

Herramientas digitales – estudiantes

La mayoría de los estudiantes utiliza herramientas digitales en sus clases, siendo las más frecuentes las educativas (33%) y las orientadas a la comunicación e interacción (31%). En menor medida, recurren al software de diseño (23%) y a las

herramientas de análisis de datos (10%). Solo el 2% indicó no emplear ninguna herramienta digital en el ámbito académico.

En cuanto al aprendizaje de estas herramientas, el 77% de los estudiantes afirmó haberlas incorporado mediante un proceso autodidacta, mientras que el porcentaje restante lo hizo a través de instancias de capacitación formal ofrecidas por la institución educativa.

En relación con las dificultades en el uso de herramientas digitales durante las clases, el 67% de los estudiantes manifestó no haber enfrentado ningún desafío, mientras que el 23% indicó que sí y el 10% expresó incertidumbre al respecto. Entre quienes reportaron haber tenido dificultades, las estrategias más comunes para superarlas incluyeron consultar a compañeros o profesores, así como recurrir a fuentes en línea, como tutoriales en *YouTube* o cursos virtuales. Uno de los principales desafíos señalados fue la falta de un equipo de cómputo adecuado, situación que algunos estudiantes resuelven mediante la adquisición de un nuevo dispositivo. Asimismo, se mencionó como obstáculo la limitación de tiempo en las clases para resolver dudas.

Integración curricular – estudiantes

La mayoría de los estudiantes manifestó preferencia por la representación gráfica digital (43%), argumentando que esta técnica ofrece mayor precisión en los trazos y resulta más rápida y sencilla de utilizar. En segundo lugar, un 33% indicó preferir una combinación de representación gráfica digital y manual, ya que considera que ambas técnicas se complementan. Finalmente, el 23% expresó una preferencia por la representación gráfica manual, principalmente por la libertad creativa que les proporciona el dibujo a mano y por no contar aún con conocimientos suficientes en herramientas de dibujo digital (Tabla 5.1).

Tabla 5.1

Razones de preferencia de los estudiantes por algún tipo de representación gráfica

Representación gráfica digital	Ambas, digital y tradicional	Representación gráfica tradicional
Proporciona mayor exactitud en los trazos, lo que puede facilitar explicar los ejercicios.	Se complementan. Se pueden combinar de manera eficiente.	Requiero aprender a realizarlo manualmente.
Se entiende eficazmente y para cualquier público, ya que su representación es más universal.	Es necesario el uso complementario de ambas herramientas para el crecimiento.	Me gusta hacer las cosas desde cero con mis manos para entender cómo funcionan.
Ya que todo se maneja de forma digital.	Lo digital es vital para abrir posibilidades, pero es importante poner en práctica la precisión y saber de la mejor manera el proceso.	Se aprecia mejor el trabajo y es más fluido.
Es más fácil poder plasmar una idea ya que te puedes ayudar de internet	Me gusta saber hacer las cosas a mano, pero sé que las herramientas digitales me pueden dar un dar más exacto o marcar un error que no conozca.	Es más fácil plasmar ideas de manera concisa.
Es de manera más rápida y fácil.	Ambas me parecen importantes y tienen sus beneficios y desventajas	Me ayuda a expresarme más libremente aún no se me facilita dibujar en digital
Más opciones en menor tiempo.	Aunque la digitalización es un medio necesario, la belleza de la representación tradicional no podrá ser reemplazada.	Me resulta más fácil expresarme gráficamente de forma tradicional.
Cuando se trabaja en equipo, es más práctico porque se agrupan las ideas sin que haya factores como olvidar el material.		Me cuesta un poco de trabajo adaptarme a lo digital
Facilita la modificación. Si se comete un error, no es necesario empezar de cero.		
Prefiero observar elementos más detallados que no siempre se logran ver sin el apoyo digital.		
Se pueden hacer cosas más complejas de manera más fácil y dinámica, así como se facilita el entendimiento de las representaciones		
Es mucho más rápido y así ahorramos tiempo en la representación y nos concentramos en otros aspectos más creativos y no tan técnicos del proyecto		
Me parece más atractivo y, a veces, lo entiendo mejor.		
Las más llamativas son las más visuales y exactas.		

Los tipos de trabajo en los que los estudiantes utilizan con mayor frecuencia herramientas digitales de representación gráfica son la elaboración de planos (31%), la realización de bocetos y croquis (29%), así como la producción de renders (16%) y de modelos tridimensionales (16%).

En relación con el impacto de estas herramientas en la calidad de sus trabajos, el 83% de los estudiantes consideró que las herramientas digitales han

contribuido de manera significativa a mejorar la calidad y la precisión de sus producciones. Por su parte, el 13% manifestó que tal vez han influido positivamente, mientras que una minoría indicó que no han observado mejoras.

Evaluación e impacto – estudiantes

La totalidad de los estudiantes coincidió en que el dominio de las herramientas digitales es fundamental para el desarrollo exitoso de una carrera en arquitectura. En este sentido, el 90% señaló que adquirir competencia en estas herramientas requiere un tiempo significativo de práctica, mientras que el 10% manifestó que tal vez sea necesario realizar dicho esfuerzo.

Percepción y perspectivas – estudiantes

Las herramientas digitales de arquitectura que los estudiantes señalaron como sus favoritas para utilizar en el desarrollo de sus clases fueron, en orden de preferencia: 1. *AutoCAD*, 2. *Revit* y 3. *Sketchup*. Esta preferencia se debe principalmente a que son las más comunes en el ámbito académico, resultan prácticas y ya están familiarizados con su uso. Además, consideran que sus interfaces son accesibles, fáciles de aprender y manipular, e incluso interactivas. Asimismo, algunos estudiantes indicaron que no han tenido la oportunidad de explorar otras herramientas digitales, lo cual también influye en su elección.

En cuanto a los dispositivos digitales, la laptop fue identificada como la más utilizada y preferida por el 93% de los estudiantes. Las razones mencionadas incluyen su practicidad, facilidad de transporte, amplia disponibilidad, capacidad de almacenamiento para instalar diversos programas, y el tamaño de pantalla que facilita una mejor visualización del trabajo.

Respecto al conocimiento de tecnologías emergentes, el 93% de los estudiantes afirmó conocer la RV, el 50% reconoció saber qué es la RA, y solo el 20% indicó conocer BIM. No obstante, el 93% señaló que no ha utilizado ni es usuario activo de software específico relacionado con RV, RA o BIM.

En este contexto, la mayoría de los estudiantes (87%) consideró que deberían aprender a utilizar aplicaciones de RV, RA o BIM como parte de su formación, mientras que el 13% expresó una postura más incierta. En cuanto a su proyección a futuro, el 63% cree que será usuario de estas tecnologías en el mediano plazo, el 33% respondió que tal vez, y solo un 3% lo considera poco probable.

Finalmente, el 90% de los estudiantes manifestó interés en que estas tecnologías sean incorporadas de manera más amplia en su programa universitario. En relación con la integración de la combinación de técnicas de representación digital y manual en el PE, el 43% indicó que el programa educativo sí promueve su uso, el 33% señaló que tal vez lo hace y el 23% consideró que no lo hace.

Desarrollo profesional – estudiantes

En relación con la percepción que tienen los estudiantes sobre su desarrollo profesional actual, se identificaron dos posturas predominantes. Por un lado, el 40% indicó que no recibe capacitación ni formación continua para actualizar sus habilidades en el uso de herramientas digitales. Por otro lado, el 37% señaló que sí accede a este tipo de formación, pero por iniciativa propia, mediante recursos externos o de manera autodidacta. Solo el 23% afirmó haber recibido capacitación proporcionada directamente por su institución educativa. Estos resultados evidencian una participación institucional limitada en la actualización de competencias digitales, lo que podría constituir un área de mejora en los programas de formación profesional.

Comentarios – estudiantes

Los estudiantes manifestaron que el uso de herramientas digitales es una necesidad fundamental en la educación arquitectónica, ya que facilita la optimización del tiempo y mejora la eficiencia en la realización de tareas. En este sentido, consideran esencial que el aprendizaje de herramientas digitales de representación gráfica se integre desde el primer semestre de la carrera, a manera

introductoria. Esto permitiría desarrollar una base sólida de conocimientos, ya que aprender a utilizar estas herramientas conforme avanza el PE, sin una familiarización previa, puede resultar complejo y demandante.

Asimismo, proponen que la enseñanza de herramientas digitales se implemente de manera complementaria a los métodos tradicionales de representación gráfica, con el objetivo de fomentar la creatividad y la capacidad de generación de ideas. Esta combinación permitiría un enfoque más integral en la formación proyectual.

Si bien, los estudiantes consideraron adecuada la estructura general del PE, expresaron interés en que este incorpore un mayor número de materiales virtuales vinculados a la RV. Además, manifestaron inquietud respecto del impacto que el rápido avance de estas tecnologías podría tener en las técnicas tradicionales de representación. Por ello, consideran pertinente que el PE aborde las implicaciones y transformaciones que estas innovaciones tecnológicas pueden generar en el ejercicio profesional de la arquitectura.

Herramientas digitales – profesores

Las herramientas digitales que los profesores utilizan en las clases que imparten de las asignaturas de comunicación arquitectónica son mayormente software de diseño y herramientas educativas, mientras que el uso de herramientas de comunicación e interacción es menos frecuente. Las herramientas de análisis de datos, como bases de datos o software especializado, no fueron seleccionadas por ninguno de los profesores.

En cuanto a los desafíos que enfrentan al usar herramientas digitales, el 80% de los profesores reconoció haber experimentado dificultades con su implementación en clase. Las estrategias utilizadas para superar estos desafíos incluyen la capacitación continua, la práctica y la dedicación personal. Estos resultados sugieren que los obstáculos se relacionan principalmente con el dominio técnico y el conocimiento de las herramientas digitales. Además, se identificó como

un desafío adicional, la falta de equipos adecuados por parte de algunos estudiantes, quienes, en muchos casos, deben recurrir a equipos prestados o aquellos proporcionados por la institución.

Integración curricular – profesores

Tanto la representación gráfica tradicional como la digital son igualmente valoradas por los profesores. Las razones de esta preferencia dual incluyen la necesidad de la representación tradicional para enseñar métodos fundamentales, y la precisión y rapidez que la representación digital ofrece en la realización de trabajos.

La elaboración de planos, la realización de modelos 3D y la realización de renders son el tipo de trabajos en que los profesores incorporan con mayor frecuencia herramientas digitales de representación gráfica. En relación con el impacto de estas herramientas en los trabajos de los estudiantes, el 60% de los profesores consideró que su utilización mejora la calidad y la precisión de los mismos, el 20% opinó que tal vez, y el 20% restante señaló que la mejora depende del tipo de trabajo que se realice.

Métodos y estrategias de enseñanza-aprendizaje – profesores

El 60% de los profesores consideró que su programa académico no promueve de manera suficiente tanto el diseño a mano como el uso de herramientas digitales y el resto señaló que no lo promueve. En este contexto, el 60% de los docentes no ofrece oportunidades adicionales de formación a los estudiantes para desarrollar habilidades en herramientas digitales relacionadas con el curso que imparten, mientras que el 40% afirmó que sí brinda dichas oportunidades.

En cuanto a los enfoques pedagógicos utilizados en las asignaturas de comunicación arquitectónica, los profesores optan principalmente por el Aprendizaje Basado en Proyectos, seguido del Aprendizaje Basado en Problemas y, en menor medida, del Aprendizaje Experiencial.

Evaluación e impacto – profesores

El 60% de los profesores consideró que el dominio de las herramientas digitales es esencial para una carrera exitosa en la arquitectura en la actualidad, mientras que el 40% opinó que podría serlo, pero no de manera definitiva. Sin embargo, todos los profesores coincidieron en que adquirir competencia en estas herramientas requiere un tiempo considerable de práctica para alcanzar un nivel adecuado de dominio.

Percepción y perspectivas – profesores

Entre las herramientas digitales para la arquitectura que los profesores consideraron sus favoritas para utilizar en las clases que imparten y en su práctica profesional se encuentran: 1) *AutoCAD*, 2) *ArchiCAD* y 3) *Revit* y *Sketchup*. Entre las razones de estas preferencias, indicaron que estas herramientas se destacan por su aplicabilidad en la enseñanza de la arquitectura, su compatibilidad con la disciplina constructiva, su accesibilidad en términos de licencias y su facilidad de uso.

En cuanto a los dispositivos digitales preferidos para el ejercicio docente y profesional, todos los encuestados coincidieron en que la laptop es la más adecuada. Los motivos mencionados incluyen el tamaño de la pantalla, su mayor versatilidad frente a dispositivos como *tablets* o *smartphones*, su facilidad de uso y transporte, así como su capacidad para organizar eficazmente todas las clases que imparten.

Respecto a la incorporación de tecnologías emergentes, todos los profesores indicaron que podrían integrar herramientas digitales de RV en sus clases. El 80% cree que también podría incorporar herramientas de RA, mientras que el 20% considera que quizás lo haría en el futuro. En relación con BIM, el 40% opinó que tal vez podrían incorporarlo, el 20% afirmó que ya lo utilizan, otro 20% consideró que sí podría implementarlo, y el restante 20% señaló que no lo ve como una opción viable.

En cuanto al uso de software específico de RV, RA o BIM en sus clases y práctica profesional, el 40% de los profesores confirmaron ser usuarios de alguna de estas tecnologías, el 40% afirmaron no utilizarlas y el 20% no estuvieron seguros de si el software que emplean pertenece a este tipo de tecnologías. *AutoCAD*, *ArchiCAD*, *Revit* y *Neodata* fueron los softwares que especificaron utilizar.

En relación con la formación de los estudiantes en tecnologías emergentes, el 40% de los profesores consideró que deberían aprender a utilizar aplicaciones de RV, RA o BIM en las asignaturas que imparten. El 40% opinó que tal vez deberían hacerlo y el 20% consideró que no era necesario. Sin embargo, todos los profesores coincidieron en que, a mediano plazo, los estudiantes serán usuarios de estas tecnologías. Además, el 40% expresó interés en incorporar estas herramientas a su programa de clase.

Desarrollo profesional – profesores

Los profesores reciben capacitación continua para actualizar sus habilidades en herramientas digitales de diversas formas. El 60% lo hace de manera autodidacta, mientras que el 20% recibe formación tanto institucional como autónoma, y el 20% restante no recibe capacitación adicional en este ámbito.

Comentarios – profesores

Los profesores señalaron que la introducción de herramientas digitales en la formación de los estudiantes debe estar respaldada por el dominio de técnicas manuales previas, ya que hay materias en las que se prioriza el dibujo a mano alzada, por lo que el uso de las herramientas digitales se limita a herramientas educativas. De acuerdo con los profesores, los estudiantes no desarrollan adecuadamente su capacidad creativa si limitan su entorno de trabajo exclusivamente a una pantalla digital.

Además, destacaron la importancia de integrar más herramientas digitales en los programas académicos, debido a la constante evolución tecnológica. Tecnologías como BIM, en particular, requieren una comprensión profunda desde

una perspectiva constructiva, ya que existe un conocimiento limitado de su verdadero potencial y de sus aplicaciones en el ámbito arquitectónico.

5.1.2 Resultados de la investigación cualitativa

Para la investigación cualitativa, el método consistió en 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 e interpretar la realidad. Se diseñaron dos guiones de entrevistas grupales semiestructuradas, uno dirigido a los estudiantes y otro a los profesores. La elaboración y la aplicación siguieron las etapas de la investigación con entrevistas: se inició con la organización temática, el diseño y la 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).

Se documentaron 280 minutos de grabación en audio de entrevistas individuales con profesores y grupales para los estudiantes, realizadas de octubre a diciembre de 2023. Todas las grabaciones de audio fueron transcritas al pie de la

letra por la investigadora responsable. 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 para el grupo de estudiantes 59 códigos y para el grupo de profesores 73 códigos (Tabla 5.2).

Tabla 5.2

Categorías y subcategorías de la codificación abierta

Estudiantes	Profesores
Aprendizaje • Autodidacta • Colaborativo • Diversidad de estilos de aprendizaje	Aprendizaje • Autodidacta • Aprendizaje empírico • Dificultad para aprender nuevas tecnologías
Comparación con otros estudiantes	Comparación entre universidades
Comparativa manual vs digital	Comparativa manual vs digital
Comunicación digital • Correo electrónico • <i>Drive</i> • Software de diseño y técnica manual • Redes sociales • Trabajo en equipo • <i>WhatsApp</i>	Comunicación digital • Accesibilidad • Aplicaciones móviles • <i>Classroom</i> • Edición de documentos • <i>Moodle</i> • Necesidad por pandemia • Software de diseño • Saber utilizar • <i>WhatsApp</i>
Consideraciones de etapa de incorporación • Integración gradual • Sentimiento de no necesitarlo en el presente • Visión de necesidad a futuro	Consideraciones de etapa de incorporación • Facilidad didáctica • Integración gradual • Limitaciones didácticas • Necesidad de incorporación • Nivelación de conocimientos • Software de diseño para complementar • Sentimiento de no necesitarlo en el presente • Visión de necesidad a futuro • Visualización
Creatividad	Creatividad
Desarrollo de habilidades manuales	Desarrollo de habilidades manuales
Desarrollo profesional • 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	Desarrollo profesional • Actualización • Adaptabilidad a las tecnologías • Campo laboral • Capacitación docente • Competitividad mundial • Necesidad de mejora • Solución de problemas • Tutoriales, cursos en línea
Dominio de habilidades digitales y manuales	Dominio de habilidades digitales y manuales
Falta de conocimiento	Falta de conocimiento
Independencia tecnológica	Independencia tecnológica
Inteligencia artificial • Cambio en el futuro • Desconocimiento de apps para arquitectura	Inteligencia artificial • Cambio en el futuro • Facilitar tareas

• Facilitar tareas • Herramienta de apoyo • Llamativo, motivación • Pérdida de la creatividad • Visualización realista	• Pérdida de la creatividad
Opiniones de otras personas como medio de actualización	Enseñanza • Competitividad académica • Comprensión de la herramienta • Estrategias e-a • Herramientas digitales para la enseñanza • Identificación de aprendizaje autodidacta • Identificación de estilos de aprendizaje • Intermodalidad educativa • Internet como herramienta de apoyo • Limitaciones de las herramientas digitales • Metodología didáctica • Métodos prácticos y visuales • Necesidades de los estudiantes
Preocupaciones sobre la tecnología	Preocupaciones sobre la tecnología
Software de diseño • Comparación de software • Control del dibujo • Criterios de elección • Eficiencia • Facilidad de uso • Mayores posibilidades de elaboración • Mejor comprensión del tema • Mejor visualización de proyectos • Modelado 3D • Necesidad de conocimientos previos • Practicidad • Precisión • Preferencia por uno u otro	Software de diseño • Comparación de software • Control del dibujo • Criterios de elección • Eficiencia • Mayores posibilidades de elaboración • Mejor comprensión • Modelado 3D • Necesidad de conocimientos • Practicidad • Precisión • Preferencia por uno u otro • Visualización de proyectos
Redes sociales • Herramienta de apoyo • Medios de actualización • Medios de aprendizaje autodidacta	Redes sociales • Medios de aprendizaje

Una vez concluida la codificación abierta, se realizó una lectura analítica para proceder a la codificación axial. Esto implicó la elaboración de una matriz para comparar los extractos de las entrevistas que se alineaban con cada codificación. A través de este análisis y de la comparación de cada texto, se identificaron patrones que facilitaron la reducción de categorías (Tabla 5.3).

Tabla 5.3

Extracto de la matriz de codificación axial de estudiantes y profesores

Categoría	Se relaciona con
ESTUDIANTES: Aprendizaje autodidacta	
- Se relaciona con la diversidad de estilos de aprendizaje, que se manifiesta cuando el estudiante identifica su propio modo de aprender: <i>“siento que sería mejor un tutorial e irme yo a mi paso y ahora sí, yo soy más de enseñarme a mí mismo, fácil, paso a paso, o qué 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, tienen la posibilidad de desarrollar habilidades para utilizar software de diseño. - Los estudiantes utilizan herramientas digitales de representación gráfica para mejorar su comprensión de los temas de las clases. - Los estudiantes perciben la necesidad de conocimientos previos en software de diseño, por lo que consideran incorporarlos de manera autodidacta y gradual 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>. - Las redes sociales han resultado ser una herramienta de apoyo importante para el aprendizaje autodidacta y han servido para la realización de sus trabajos elaborados manualmente. <i>YouTube, TikTok y Pinterest</i> son redes en las que los estudiantes se apoyan para su aprendizaje: <i>“los videos son una guía y las explicaciones también son una guía. Entonces, ver los videos más aunado a la explicación, pues, se forma una manera más fácil de entender la técnica y poder hacerla mejor”</i>.	
PROFESORES: Aprendizaje	
Cómo aprenden los profesores: Los profesores reconocieron que tienen ciertas dificultades para aprender nuevas tecnologías: <i>“Por mi historia generacional pues es un poco complicado aprender nuevas tecnologías, más no imposible”</i>. Y mencionaron lo opuesto en el caso de los estudiantes y jóvenes en general: <i>“la verdad es que desde secundaria saben más que uno en cuestión de herramientas digitales, tecnología”</i> <i>“esta generación es más de medios electrónicos y digitales, y lo entienden más fácil que a lo mejor nosotros”</i>. Aprendizaje de los estudiantes según los profesores: En cuanto al aprendizaje que consideran debe tener el alumnado, mencionaron la importancia de que en la carrera de arquitectura se enseñe a través de técnicas manuales tradicionales, como el dibujo a lápiz: <i>“Me parece que al igual que como aprendemos a leer y a escribir o como aprendemos un idioma, primero tiene que ser de manera empírica y luego le metemos las reglas”</i>.	

Después de completar la codificación axial, se procedió a la codificación selectiva. Esta fase implicó relacionar las categorías reducidas con un eje central para formar una nueva categoría emergente.

Durante la codificación selectiva de las entrevistas a los estudiantes, se observó que la integración de TRG varía según las etapas del proceso de diseño. Así, este concepto se convierte en la categoría emergente central. De esta forma, se pueden distinguir dos etapas principales del mismo:

- A. El proceso creativo (análisis conceptual).
- B. El proceso de desarrollo (de la elaboración esquemática a la 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 de forma inmediata, lo cual se relaciona directamente con el desarrollo de la creatividad.

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

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

En el análisis de la codificación selectiva de las entrevistas a los profesores, se identificaron las siguientes categorías principales: 1) Aprendizaje, 2) Enseñanza, 3) Técnicas manuales, 4) Software de diseño, 5) Preocupaciones sobre la incorporación de las tecnologías y, como categoría emergente, se determinó 6) Herramientas digitales como herramientas de apoyo.

La percepción del profesorado sobre la incorporación de TRG está estrechamente relacionada con la idea de que los estudiantes adquieran conocimientos iniciales mediante técnicas manuales. Esto les proporciona una base sólida de conocimientos que luego les permite utilizar herramientas digitales en la arquitectura. Se identificaron dos factores importantes que determinan cómo los docentes pueden implementar una herramienta digital o software de diseño, y también influyen en la manera en que los estudiantes aprenden o utilizan esas herramientas:

1. El nivel de conocimientos de los estudiantes en construcción y representación gráfica arquitectónica.
2. El nivel de experiencia de los estudiantes en el uso de herramientas digitales para la arquitectura.

Una vez finalizado el proceso de codificación selectiva, se procedió a la triangulación de los datos cualitativos con los resultados cuantitativos, como se detalla en la siguiente sección.

5.1.3 Triangulación de resultados

Se compararon los resultados de ambas investigaciones (Tabla 5.4) y se obtuvieron las siguientes conclusiones principales:

Medios de aprendizaje y formación: En el caso de los estudiantes, destaca el papel de las redes sociales y los videotutoriales como medios de aprendizaje autodidacta y, en el caso de los profesores, resalta el uso de software de diseño y herramientas educativas en sus clases. Ambos estudios subrayan la importancia de la capacitación para superar los desafíos tecnológicos.

Preferencia por las herramientas digitales: Ambos grupos (estudiantes y profesores) muestran una clara preferencia por las herramientas digitales en arquitectura, debido a factores como la precisión, la optimización del tiempo y la facilidad de uso. Además, se reconoce la importancia de integrar nuevas

tecnologías, como la RV, la RA, el BIM y las aplicaciones de IA, en el plan de estudios de arquitectura.

Equilibrio entre lo digital y lo manual: Tanto estudiantes como profesores reconocen la necesidad de mantener un equilibrio entre el uso de herramientas digitales y las técnicas manuales tradicionales en la enseñanza de la arquitectura. Esto implica un enfoque gradual en la incorporación de herramientas digitales desde el inicio de la carrera, sin descuidar el desarrollo de habilidades manuales ni el proceso creativo de diseño.

Tabla 5.4

Comparativa de la triangulación de los resultados cuantitativos-cualitativos de cada estudio

Estudiantes	Profesores
Las redes sociales y los videotutoriales representan importantes medios de aprendizaje ubicuo y de actualización.	Las principales herramientas digitales que utilizan los profesores en sus clases son las plataformas educativas, los medios de interacción social, los videos, las imágenes y el software de diseño.
El aprendizaje de las herramientas digitales por parte de los estudiantes se logra principalmente de manera autodidacta. Hay una preferencia notable por las herramientas digitales para la arquitectura sobre las técnicas tradicionales manuales, las principales razones son la precisión y la optimización del tiempo en el dibujo.	Superación de desafíos en las clases mediante capacitación, principalmente por cuenta propia. Uno de los desafíos que identificaron para los estudiantes fue contar con el equipo de cómputo necesario para ejecutar el software requerido en clase.
Se reconoce la necesidad de aprender técnicas manuales tradicionales para la representación arquitectónica.	Los profesores consideraron de igual importancia la representación gráfica digital que la representación manual. El dominio de las herramientas digitales es esencial para una carrera exitosa en arquitectura, y requiere un tiempo significativo de práctica.
<i>AutoCAD</i> , <i>Revit</i> y <i>Sketchup</i> son software que los estudiantes identifican como importantes en el área y que consideran necesario aprender.	<i>AutoCAD</i> , <i>ArchiCAD</i> , <i>Revit</i> y <i>Sketchup</i> son herramientas aplicables a sus clases, se acoplan a la disciplina arquitectónica constructiva, tienen facilidad de uso y cuentan con accesibilidad a las licencias.
Tecnologías como RV, RA, BIM y aplicaciones de IA son percibidas como aquellas que les gustaría incorporar en mayor medida al PE de la carrera.	Los profesores consideraron que podrían incorporar RV y RA en sus clases y, actualmente, algunos ya están incorporando BIM. Es importante integrar más herramientas digitales en el PE.
Existen incertidumbre y especulaciones acerca del reemplazo de las técnicas tradicionales manuales por el uso de software y de aplicaciones de diseño.	La incorporación de las herramientas digitales en la arquitectura debe sustentarse en el uso previo de técnicas manuales, a fin de desarrollar la capacidad creativa.

La incorporación de herramientas digitales en la arquitectura debe ser un proceso gradual desde el primer semestre para lograr el dominio de las habilidades digitales. Esto debe hacerse sin descuidar el desarrollo de las habilidades manuales ni el propio proceso de diseño.

Los enfoques de enseñanza que utilizan los profesores para sus clases son el Aprendizaje Basado en Proyectos, en segundo lugar, el Aprendizaje Basado en Problemas y, en tercer lugar, el Aprendizaje experiencial.

5.2 Primera iteración del MP-TRG

La primera iteración consistió en aplicar la primera versión del MP-TRG en la asignatura de Taller de maquetas de tercer semestre de la Licenciatura en Arquitectura de la UAQ durante el periodo 2024-1 (enero-julio), con dos grupos de clase de 14 y 10 estudiantes, respectivamente. La recopilación de datos se realizó mediante cuestionarios de usabilidad (Kuz, 2020), adaptados a los requerimientos de la investigación (Anexo 5).

5.2.1 Selección de los recursos de aprendizaje

Consistió en identificar, seleccionar y organizar materiales y herramientas educativas alineados con el enfoque pedagógico y el contenido temático, considerando el contexto educativo.

5.2.1.1 Enfoque pedagógico

La implementación del MP-TRG se fundamenta en el ABP, una metodología que promueve la participación activa de los estudiantes mediante la resolución colaborativa de problemas cuidadosamente seleccionados y estructurados (Díaz-Barriga & Hernández, 2004). En esta fase de implementación, se siguieron las etapas propias del desarrollo metodológico del ABP, con el propósito de integrar de manera organizada las herramientas digitales en la enseñanza de contenidos disciplinares. A continuación, se describe el desarrollo de cada etapa.

1. Preparación de la situación: Se preparó la implementación del ABP en el aula, se definieron los objetivos a alcanzar con el ABP. Asimismo, se elaboraron los instrumentos de planificación y evaluación (Figura 5.1) bajo este enfoque para las prácticas realizadas durante el semestre.

Figura 5.1

Instrumentos de planificación y evaluación

UNIDAD 1	
Nombre de la unidad: Materiales y conocimientos básicos Sema: Aplicación de unidades y arrendos en un volumen	
PRÁCTICA 1. IMPRESIÓN DE PLANTILLAS PARA LA MAQUETA	
Objetivos generales: Desarrollar competencias en el uso del software AutoCAD para la creación y adaptación de planos arquitectónicos, con el propósito de ingenieros como plantillas funcionales que guíen la construcción de maquetas arquitectónicas.	
Objetivos específicos: - Integrar conocimientos técnicos y habilidades digitales para la obtención de plantillas ingenieras. - Introducir al manejo de las herramientas y funciones básicas de AutoCAD necesarias para la creación y edición de planos arquitectónicos, incluyendo: la creación de líneas, formas geométricas y dimensiones. - Comprender los principios de escala y proporción en la elaboración de planos arquitectónicos, a través de técnicas de dibujo y modificación digital en AutoCAD para garantizar que la representación sea coherente con el proyecto. - Adquirir conocimientos sobre formatos de archivo y configuraciones de impresión en AutoCAD para preparar los planos arquitectónicos para la impresión de plantillas. - Utilizar las plantillas impresas como guía para la construcción de maquetas arquitectónicas, utilizando herramientas y técnicas apropiadas para transferir la información del plano al material de construcción con precisión y fidelidad al diseño original.	
Materiales: Computadora con el programa AutoCAD previamente instalado.	
Procedimiento: - Generar una nueva plantilla de dibujo en AutoCAD (acadiso). - Verificar las unidades del dibujo con (UNITS) (en opción Drawing). - Copiar las imágenes del proyecto que previamente se ha investigado para la maqueta volumétrica. - Pegar la primera imagen directamente en la plantilla MODEL de AutoCAD (plantilla base del proyecto). - Tomar de referencia el muro con mayor grosor para escalar los muros de acuerdo al grosor del material de construcción de la maqueta (Cemento). - Utilizar el comando escalar con referencia. Si se tiene el proyecto en formato DWG escalar un muro con referencia. - Repetir el procedimiento con los demás muros correspondientes a planta alta, techados y cortes, alineo con alguno de los ejes del proyecto. - Al terminar el escalado de los planos, tomar el tamaño del papel de impresión y mandar a imprimir en PDF desde la pantalla MODEL con la opción WINDOW y escalar hasta ajustar en el papel. - Imprimir las plantillas en el tamaño de papel correspondiente.	

RÚBRICA DE EVALUACIÓN DE MAQUETA VOLUMÉTRICA			
NOMBRE DEL ALUMNO (A): _____			
Conceptos	Contenido	PTS	
Revisión 1 Entrega digital Clasificación	- Investigación sobre 3 proyectos para maqueta volumétrica. - Descripción del proyecto y autor. - Imágenes representativas. - Descripción del programa arquitectónico (Espacios). - Planos arquitectónicos.	5	
Revisión 2:	Fachadas cortadas y preparadas según el tipo de unión a utilizar.	10	
Revisión 3:	Puertas, ventanas y/o fachadas articuladas terminadas.	5	
Entrega presencial En el horario de clase:	Maqueta terminada presentada en base con cuadro de datos. Planos impresos del proyecto en tamaño doble carta.	✓	
	Proceso	20	
	Técnicas empleadas, organización y limpieza	30	
	Concepto		
	Correspondencia de la maqueta o práctico con los fundamentos y conceptos estudiados, además de los elementos específicos solicitados.		
	Presentación	20	
	Placidez y creatividad en la presentación del trabajo.		
	Presentación frente a grupo:	30	
	- Exponer una breve reseña de la obra y del autor (presentación digital). - Describir el proceso de elaboración de la maqueta por medio de un análisis FODA (presentación digital). - Mostrar el resultado final de la maqueta.		
	TOTAL	100	

2. Establecimiento de la situación: Se presentaron y explicaron cada una de las prácticas, así como los instrumentos de evaluación. Las prácticas se llevaron a cabo en equipos de trabajo. Se identificaron y analizaron los conocimientos previos mediante cuestionarios.
3. Proceso de resolución de problemas: Se desarrolló la incorporación de TRG en el grupo experimental mediante la metodología del ABP durante el semestre de la asignatura de Taller de maquetas. El proceso se realizó en 34 clases de 2 horas cada una. En el caso del grupo control, se impartió la misma cantidad de clases de la misma asignatura utilizando la metodología del ABP, sin incorporar software de RV ni de RA.

5.2.1.2 Contenido temático

El análisis de los contenidos y objetivos de aprendizaje corresponde a la preparación de la situación en las fases de la metodología del ABP. Se analizaron el contenido temático por cada unidad de la asignatura y los objetivos de aprendizaje

para alinearlos con cada práctica, de acuerdo con la metodología del ABP (Anexo 6).

5.2.1.3 Contexto

En la sesión inicial del curso se presentaron el contenido temático, los objetivos de aprendizaje y los criterios de evaluación, y se establecieron los compromisos del estudiante y del profesor. Además, se aplicó una evaluación diagnóstica (Anexo 7) a los 21 estudiantes que conformaron los grupos experimental y de control, con el propósito de identificar sus conocimientos previos sobre la asignatura.

A partir de los resultados obtenidos, fue posible caracterizar el nivel de competencia de los estudiantes en la elaboración de maquetas arquitectónicas. En general, reconocieron que estas representan una herramienta fundamental para la presentación de proyectos a escala, ya que facilitan la comunicación visual y la expresión de ideas durante el proceso de diseño. Asimismo, demostraron familiaridad con distintos tipos de maquetas.

No obstante, la evaluación también evidenció limitaciones importantes. Una de ellas fue que varios estudiantes no completaron el formulario en el plazo estipulado, lo que implicó que, al momento de su entrega, el curso ya había avanzado a contenidos introductorios, como la clasificación tipológica de las maquetas.

En términos de conocimientos específicos, se identificó que los estudiantes desconocen las fases constructivas de una maqueta arquitectónica y que su familiaridad con materiales y técnicas de fabricación es limitada, a pesar de que más de la mitad indicó haber realizado maquetas anteriormente. Asimismo, se constató que la mayoría no ha utilizado software de diseño como apoyo en dicho proceso. Entre quienes sí lo han hecho, las herramientas más mencionadas fueron *AutoCAD*, *Revit* y *Sketchup*.

El diagnóstico permitió concluir que la mayoría del estudiantado presenta escasas habilidades en la elaboración de maquetas y un conocimiento limitado del uso de software para la planificación de una maqueta arquitectónica.

5.2.1.4 Herramientas digitales

Con base en la revisión sistemática, en la cartografía conceptual y en los resultados del diagnóstico sobre la incorporación de herramientas digitales en la educación arquitectónica, así como en la evaluación diagnóstica aplicada a los estudiantes de tercer semestre de la asignatura en estudio, se determinó la implementación de los siguientes softwares de diseño: *AutoCAD* y *Sketchup*.

AutoCAD es un software de Diseño Asistido por Computadora (*Computer-Aided Design* - CAD por sus siglas en inglés) que permite crear dibujos en dos y tres dimensiones mediante geometrías, sólidos y superficies. Por su parte, *Sketchup* es un software de modelado tridimensional, en el que se puede diseñar cualquier objeto que pueda usarse en el diseño, incorpora una galería de modelos y texturas prediseñados (Martínez-Esquivel *et al.*, 2020).

La elección de estos softwares responde a su aplicabilidad en el contexto académico, a su accesibilidad y a su utilidad como recursos didácticos para apoyar el desarrollo de competencias gráficas y espaciales en los estudiantes. De esta manera, para las prácticas establecidas se utilizaron los siguientes softwares de diseño:

1. Grupo control: *AutoCAD*
2. Grupo experimental: *AutoCAD* y RV y RA con *3D Warehouse Sketchup*

5.2.2 Diseño del aprendizaje

Implicó evaluar los conocimientos previos de los estudiantes, así como identificar sus perspectivas y necesidades educativas. Esta información permitió orientar la selección y el uso de las tecnologías digitales, alineándolos con los

objetivos del curso, los contenidos del programa académico y los materiales de aprendizaje.

5.2.2.1 Conocimientos previos

La incorporación de tecnología en el curso de Taller de Maquetas se ha realizado de manera continua en cada semestre, principalmente mediante el uso del software *AutoCAD* para generar plantillas para la elaboración de maquetas. Sin embargo, anteriormente no se contaba con una valoración que permitiera medir los conocimientos previos de los estudiantes, la usabilidad del software ni su nivel de satisfacción con su uso.

Por esta razón, en el presente ejercicio se integraron dichos aspectos conforme al MP-TRG. En este caso, el análisis se aplicó a ambos grupos (experimental y control) utilizando el mismo ejercicio, lo que permitió establecer una valoración en igualdad de condiciones y recursos similares (Tabla 5.5). Esta estrategia buscó garantizar la objetividad en la comparación de resultados y fortalecer la toma de decisiones pedagógicas para la próxima implementación práctica.

Ambos grupos emplearon computadoras personales portátiles con versiones educativas del software *AutoCAD* para el desarrollo de la práctica. La mayoría de los estudiantes ya había utilizado este programa en otras asignaturas o de forma autodidacta. En particular, los integrantes del grupo experimental indicaron un uso regular del software, mientras que en el grupo control algunos estudiantes lo utilizaron por primera vez durante esta actividad. En general, ambos grupos demostraron tener conocimientos previos sobre los comandos básicos de *AutoCAD*, con la excepción de la configuración de impresión, que resultó desconocida para la mayoría.

En cuanto al contenido temático, se identificó que ninguno de los dos grupos poseía conocimientos previos sobre los materiales y las técnicas empleados en la

construcción de maquetas arquitectónicas. Estos conocimientos fueron adquiridos progresivamente a lo largo del curso, como parte del proceso formativo.

Tabla 5.5

Conocimientos previos. Práctica 3. Impresión de plantillas para la maqueta

Grupo control	Grupo experimental
La mayoría ha utilizado el software en otras asignaturas (43%) y por cuenta propia (36%). Para el 21% fue la primera vez que utilizó el software.	La mayoría ha utilizado el software en otras asignaturas (50%) y de manera regular (30%).
Tenían conocimientos previos de los comandos básicos del software. El 100% del grupo desconocía la configuración de impresión en el espacio <i>MODEL</i> .	Tenían conocimientos previos de los comandos básicos del software. El 70% del grupo desconocía la configuración de impresión en el espacio <i>MODEL</i> .
En cuanto al contenido temático, menos del 43% tenía conocimientos sobre los materiales y las técnicas para la elaboración de maquetas. El cartón corrugado fue el más conocido. Las demás técnicas y materiales los conocieron gracias al curso.	Menos del 50% tenía conocimientos sobre los materiales y las técnicas para la elaboración de maquetas. El cartón corrugado fue el más conocido. Las demás técnicas y materiales los conocieron gracias al curso.

En la siguiente práctica (Tabla 5.6), ambos grupos volvieron a utilizar el software *AutoCAD* para imprimir del plano de curvas de nivel a escala. Posteriormente, con el grupo experimental se llevó a cabo el ejercicio de RV y RA con *3D Warehouse Sketchup*. Para realizar el ejercicio, los estudiantes utilizaron computadoras personales portátiles con versiones educativas y otras modalidades de disponibilidad individual del software *Sketchup*, que algunos de ellos usaron por primera vez.

En contraste, el grupo control empleó exclusivamente *AutoCAD* como herramienta digital durante esta práctica, sin incorporar tecnologías de RV o RA. Esta diferencia permitió observar, de manera comparativa, el impacto de la integración de nuevas TRG en el proceso de aprendizaje.

Tabla 5.6

Conocimientos previos. Práctica 5. Construcción del relieve de un terreno

Grupo control	Grupo experimental
Ambos grupos utilizaron el plano de terreno proporcionado en formato .dwg. Realizaron la preparación del archivo para imprimir a escala 1:100 mediante la opción <i>Layout</i> de <i>AutoCAD</i> .	El 60% de los estudiantes realizó el ejercicio opcional de RV y RA con <i>3D Warehouse Sketchup</i> y exploró nuevas experiencias.
Para la construcción tridimensional del terreno, el grupo control únicamente utilizó las plantillas para reproducir las curvas de nivel de acuerdo con la técnica de construcción de terreno solicitada.	Todos los estudiantes utilizaron computadora personal propia, con el software <i>Sketchup</i> en una versión educativa (50%) y en una versión con licencia no oficial (50%). Para algunos fue la primera vez que utilizaron el software (30%); otros lo han utilizado algunas veces por cuenta propia (30%) y en otras asignaturas (30%), y solo el 10% utiliza el software de manera regular.

5.2.2.2 Objetivos de aprendizaje

El ABP implica la participación activa de los estudiantes en la resolución de situaciones prácticas y significativas. En el caso de la Práctica 3. Impresión de plantillas para la maqueta, el problema planteado consistió en la necesidad de generar plantillas que sirvieran como guías en la construcción de maquetas arquitectónicas (Tabla 5.7). Los estudiantes debían aplicar sus conocimientos en el uso del software *AutoCAD* para abordar este problema, lo que les permitió desarrollar habilidades prácticas en la elaboración y adaptación de planos arquitectónicos. El ejercicio facilitó la integración del aprendizaje teórico con la práctica proyectual.

En la Práctica 5. Construcción del relieve de un terreno, los estudiantes tuvieron el desafío de comprender de manera precisa las características topográficas de un entorno específico, con el propósito de reproducirlo a escala mediante técnicas de construcción tridimensional.

La incorporación de tecnologías como la RV y la RA permitió a los estudiantes explorar de manera inmersiva y creativa el entorno de estudio, lo que facilitó una comprensión más profunda y significativa de los conceptos topográficos. Estas herramientas no solo enriquecieron el proceso de aprendizaje al vincular la teoría con la práctica, sino que también ofrecieron medios innovadores para comunicar visual y espacialmente el terreno del proyecto.

Tabla 5.7

Objetivos de aprendizaje

Nombre de la práctica	Objetivos de aprendizaje	Software incorporado	Grupo de aplicación
Práctica 3. Impresión de plantillas para la maqueta	Desarrollar competencias en el uso del software <i>AutoCAD</i> para la creación y adaptación de planos arquitectónicos, con el propósito de imprimirlos como plantillas funcionales que guíen la construcción de maquetas arquitectónicas.	<i>AutoCAD</i>	Grupo control Grupo experimental
Práctica 5. Construcción del relieve de un terreno	Desarrollar habilidades prácticas en la representación tridimensional del relieve de un terreno, mediante la comprensión y aplicación de diversas técnicas de construcción, a través de la exploración y expresión creativa de las características topográficas del entorno de estudio.	<i>AutoCAD</i> <i>AutoCAD</i> y RV y RA con 3D <i>Warehouse Sketchup</i>	Grupo control Grupo experimental

5.2.2.3 Programa

Para la construcción del entorno de enseñanza, previo a la práctica, se elaboraron los materiales de aprendizaje y el plan de clase (Tabla 5.8). La práctica se llevó a cabo mediante:

1. Introducción. Explicación de la importancia de realizar la práctica. Presentación del objetivo de aprendizaje y del material de apoyo, que incluye el objetivo general de la práctica, los objetivos específicos, los materiales, el proceso y la rúbrica de evaluación.
2. Demostración. Explicación paso a paso del proceso.

3. Práctica. Los estudiantes trabajan en equipo y se proporciona orientación para responder preguntas durante la práctica según sea necesario.
4. Resultado y evaluación. Los estudiantes presentan sus resultados, se evalúan y proporcionan retroalimentación y recomendaciones.

Tabla 5.8

Plan de clase

Nombre de la práctica	Número de clase	Materiales	Duración	Software incorporado	Grupo de aplicación
Práctica 3. Impresión de plantillas para la maqueta	Clase número 8 de 34	Computadoras con <i>AutoCAD</i> instalado, impresoras y papel	2 horas	<i>AutoCAD</i>	Grupo control Grupo experimental
Práctica 5. Construcción del relieve de un terreno	Clase número 18 de 34	Computadoras con <i>AutoCAD</i> instalado	6 horas	<i>AutoCAD</i>	Grupo control
		Computadoras con <i>Sketchup</i> instalado, Internet y smartphone		<i>AutoCAD</i> y RV y RA con <i>3D Warehouse Sketchup</i>	Grupo experimental

Características del entorno de desarrollo:

Las prácticas se desarrollaron principalmente en el aula de clases, con la opción de trasladarse al centro de cómputo institucional. Previamente, se informó a los estudiantes sobre las alternativas disponibles para realizar las actividades, permitiéndoles elegir entre usar sus computadoras personales y acceder a los equipos del centro de cómputo.

Limitaciones:

Durante el desarrollo de la Práctica 5. Construcción del relieve de un terreno, se identificaron dificultades relacionadas con la conectividad a internet en el aula, la cual era un elemento indispensable para acceder a la plataforma en línea de *3D Warehouse Sketchup* y realizar el ejercicio de visualización en RA. Debido a esta limitación, los estudiantes se vieron obligados a completar la práctica fuera del

horario de clase, basándose en las explicaciones y demostraciones previas llevadas a cabo con sus teléfonos móviles.

No obstante, algunos dispositivos móviles presentaron algunas restricciones, como la escasa fluidez en la interacción con el modelo tridimensional del terreno y una deficiente calidad de visualización en RA, lo que afectó la experiencia y la efectividad del ejercicio para algunos estudiantes.

5.2.2.4 Material de aprendizaje

Para elaborar los materiales de aprendizaje de las prácticas, se identificaron los conceptos clave que los estudiantes debían comprender del contenido temático. Se desarrolló un esquema de clase que incluía el objetivo general y los objetivos específicos, los materiales a utilizar, el proceso y la evaluación (Anexo 8).

Se crearon presentaciones en *PowerPoint* para complementar la explicación durante la demostración. Además, se prepararon materiales visuales, como ejemplos impresos o en formato de imagen, para mostrar a los estudiantes. La distribución de los materiales de aprendizaje se realizó en *Classroom*, para que los estudiantes pudieran revisarlos antes, durante o después de la práctica.

El diseño anticipado y la distribución previa del material permitieron a los estudiantes familiarizarse con los conceptos clave, optimizar el tiempo de clase y facilitar el aprendizaje autónomo.

5.2.3 Implementación

Consistió en utilizar la herramienta digital seleccionada de acuerdo con los objetivos de aprendizaje. La gestión del tiempo es un factor clave para ejecutar con éxito cada etapa.

5.2.3.1 Exploración

Esta etapa se refiere a la exploración de la herramienta digital con un período de habituación al manejo del software para familiarizarse con la tecnología. Para lo cual se destinó tiempo a la exploración y la habituación al manejo de *AutoCAD* y

Sketchup. Se explicaron, con ejemplos, los conceptos básicos necesarios para la realización de las prácticas (Tabla 5.9). El período de habituación permitió a los estudiantes ganar confianza a medida que se familiarizaban con la interfaz y las funciones del software, experimentando y realizando ajustes de acuerdo con sus necesidades.

Tabla 5.9

Exploración del manejo de tecnología

Nombre de la práctica	Software incorporado	Conceptos básicos	Importancia
Práctica 3. Impresión de plantillas para la maqueta	<i>AutoCAD</i>	Generar un nuevo dibujo. Espacios de trabajo. Herramientas y comandos. Configuración de impresión en el espacio <i>MODEL</i> .	Adquirir conocimientos sobre los formatos de archivo y las configuraciones de impresión en <i>AutoCAD</i> para imprimir plantillas. Utilizar las plantillas impresas como guía para construir maquetas arquitectónicas.
Práctica 5. Construcción del relieve de un terreno	<i>AutoCAD</i>	Configuración de impresión en <i>LAYOUT</i> .	Promover la capacidad de los estudiantes para comunicar sus ideas a través de la representación visual, ya sea mediante maquetas físicas o digitales.
	RV y RA con 3D Warehouse <i>Sketchup</i>	Generar un nuevo proyecto. Espacio de trabajo. Herramientas y comandos. Cargar modelo en plataforma en línea 3D Warehouse <i>Sketchup</i> Generar código QR y compartir.	

5.2.3.2 Utilización – manejo de tecnología

Los estudiantes realizaron el ejercicio con los planos correspondientes a su proyecto en la Práctica 3. Impresión de plantillas para la maqueta. Igualmente, para la realización de la Práctica 5. Construcción del relieve de un terreno, se explicaron las herramientas del software y la plataforma en línea con recursos *offline*. Se ejemplificó cada paso del ejercicio, el cual se compartió mediante un código QR con el que los estudiantes pudieron visualizar e interactuar con el terreno en RV y RA (Figura 5.2). Finalmente se asignó la tarea de replicar el ejercicio con el plano proporcionado de las curvas de nivel del terreno.

Figura 5.2

Visualización e interacción del terreno con RV y RA de 3D Warehouse Sketchup



5.2.3.3 Percepción

Los estudiantes valoraron la incorporación de la herramienta tecnológica, considerando su accesibilidad, facilidad de uso, utilidad y su contribución al proceso de aprendizaje.

Práctica 3. Impresión de plantillas para la maqueta (Tabla 5.10): A los estudiantes del grupo control, la interfaz y las funciones de *AutoCAD* les parecieron accesibles y amigables, a pesar de esto, necesitaron apoyo adicional para realizar ciertas funciones o completar las tareas. Los estudiantes del grupo experimental presentaron una percepción positiva del uso del software. La mayoría de los estudiantes de este grupo encontró la interfaz y las funciones de *AutoCAD* accesibles y amigables, a pesar de esto, al igual que el grupo control, necesitaron apoyo adicional para completar las actividades propuestas.

Este aspecto refleja la complejidad de algunas características del software o la falta de experiencia previa de los estudiantes con este tipo de herramientas. En este sentido, los estudiantes de ambos grupos reconocieron que *AutoCAD* es una herramienta especializada que requiere un nivel considerable de destreza técnica y experiencia para utilizarla de manera eficaz.

Tabla 5.10*Usabilidad: Percepción. Práctica 3. Impresión de plantillas para la maqueta*

Grupo control	Grupo Experimental
El 57% de los estudiantes estuvo de acuerdo en que <i>AutoCAD</i> es un software fácil del utilizar y, si pudieran, lo utilizarían con mayor frecuencia.	El 80% de los estudiantes estuvo de acuerdo en que <i>AutoCAD</i> es un software fácil del utilizar y, si pudieran, lo utilizarían con mayor frecuencia.
La mayoría de los estudiantes solicitó ayuda para realizar las tareas asignadas (43%).	La mayoría de los estudiantes solicitó ayuda para realizar las tareas asignadas (40%).
Consideraron que el software no es fácil de usar para cualquier persona con capacidad para manejar una computadora, y hay un total acuerdo en que sí es necesario poseer conocimientos previos para realizar las tareas requeridas.	Consideraron que el software no es fácil de usar para cualquier persona con capacidad para manejar una computadora y estuvieron de acuerdo en que sí es necesario poseer conocimientos previos para realizar las tareas requeridas.

Práctica 5. Construcción del relieve de un terreno (Tabla 5.11): La mayoría de los estudiantes percibió la interfaz y las funciones de las herramientas de RV y RA con *3D Warehouse Sketchup* como accesibles y amigables. Aunque consideraron que la herramienta es intuitiva, muchos requirieron apoyo adicional para comprender plenamente cómo utilizar sus funciones. En cuanto a los conocimientos previos, algunos estudiantes manifestaron que les fueron útiles para manejar la herramienta con mayor facilidad, mientras que otros lograron familiarizarse con su uso de manera autodidacta durante el desarrollo de la práctica.

Tabla 5.11*Usabilidad: Percepción. Práctica 5. Construcción del relieve de un terreno*

Grupo experimental
El 80% de los estudiantes estuvo de acuerdo y totalmente de acuerdo en que RV y RA con <i>3D Warehouse Sketchup</i> son fáciles de utilizar y, si pudieran, usarían RV y RA con <i>3D Warehouse Sketchup</i> con mayor frecuencia.

La mayoría de los estudiantes solicitó ayuda para llevar a cabo las tareas solicitadas y está de acuerdo en que RV y RA con *3D Warehouse Sketchup* son fáciles de usar para cualquier persona con capacidad para manejar una computadora.

No estuvieron ni de acuerdo ni en desacuerdo sobre si era necesario poseer conocimientos previos para efectuar las tareas requeridas.

5.2.3.4 Dominio

El nivel de dominio que los estudiantes adquieren con la herramienta se puede describir de la siguiente manera:

Práctica 3. Impresión de plantillas para la maqueta (Tabla 5.12): Los estudiantes del grupo control mostraron facilidad de aprendizaje y comprensión, por lo que tienen la capacidad de adquirir nuevos conocimientos y habilidades relacionados con el software. También mostraron una sólida comprensión de los procesos en el espacio de trabajo de *AutoCAD*, ya que demostraron facilidad para recordar los pasos a seguir al volver a utilizar el software. Algunos estudiantes encontraron ciertos aspectos del software poco claros, ya que detectaron que algunas instrucciones dentro del software pueden resultar confusas. En cuanto a la visualización del software, los estudiantes se mostraron neutrales, lo que sugiere que este factor no es relevante para ellos en términos de funcionalidad y usabilidad de *AutoCAD*.

La mayoría de los estudiantes del grupo experimental demostró una sólida capacidad para adquirir nuevos conocimientos y habilidades relacionadas con el uso del software, así como una adecuada retención de la información referente al manejo de *AutoCAD*. Aunque algunos estudiantes manifestaron dificultades para comprender aspectos específicos del programa, estos casos no representaron una proporción significativa. En cuanto a la visualización del software, los estudiantes coincidieron en que este aspecto no resultó determinante, ya que valoraron en mayor medida la funcionalidad y la usabilidad del software.

Tabla 5.12

Usabilidad: Nivel de dominio. Práctica 3. Impresión de plantillas para la maqueta

Grupo control	Grupo experimental
Estuvieron de acuerdo en que el software es fácil de aprender y comprender (43%) y que, al volver a utilizarlo, resulta fácil recordar los pasos a seguir (50%).	Estuvieron de acuerdo en que el software es fácil de aprender y comprender (70%) y que, al volver a utilizarlo, resulta fácil recordar los pasos a seguir (60%).
Los estudiantes detectaron que el software presenta mensajes o instrucciones confusos al realizar una tarea (43%).	Los estudiantes detectaron que el software presenta mensajes o instrucciones confusos al realizar una tarea (50%).
Los estudiantes no estuvieron de acuerdo ni en desacuerdo con que el software sea visualmente atractivo (combinación de colores, tamaños de letra, disposición de objetos, entre otros) (43%).	Los estudiantes no estuvieron de acuerdo ni en desacuerdo sobre si el software es visualmente atractivo (combinación de colores, tamaños de letra, disposición de objetos, entre otros) (60%).
La mayoría (43%) estuvo de acuerdo en sentirse a gusto con el uso del software.	La mayoría (60%) estuvo totalmente de acuerdo en sentirse a gusto con el uso del software.

Práctica 5. Construcción del relieve de un terreno (Tabla 5.13): Aunque la mayoría encuentra la tecnología fácil de aprender y comprender, algunos pueden encontrar ciertos aspectos confusos. Sin embargo, valoran que sea visualmente atractivo y la mayoría se siente cómoda al utilizarla.

Tabla 5.13

Usabilidad: Nivel de dominio. Práctica 5. Construcción del relieve de un terreno

Grupo experimental
Estuvieron de acuerdo en que RV y RA con 3D Warehouse Sketchup son fáciles de aprender y comprender (60%) y que, al volver a utilizarlos, es fácil recordar los pasos a seguir (60%).
Los estudiantes estuvieron de acuerdo en que RV y RA con 3D Warehouse Sketchup tienen mensajes o instrucciones confusos a la hora de realizar una tarea (30%), 30% ni de acuerdo ni en desacuerdo, 30% en desacuerdo.

Los estudiantes estuvieron en total acuerdo en que RV y RA con 3D Warehouse *Sketchup* es visualmente atractivo (combinación de colores, tamaños de letra, disposición de objetos, entre otros) (50%).

La mayoría estuvo totalmente de acuerdo (50%) en sentirse a gusto con el uso de RV y RA con 3D Warehouse *Sketchup*.

5.2.3.5 Lo aprendido

En este componente se describe la adquisición de habilidades, conocimientos y la resolución de problemas durante el desarrollo de cada práctica.

Práctica 3. Impresión de plantillas para la maqueta (Tabla 5.14): Los estudiantes de ambos grupos, control y experimental, percibieron el contenido de la clase como valioso y relevante para su aprendizaje. Los estudiantes mejoraron su comprensión de conceptos relacionados con la representación arquitectónica con la utilización de *AutoCAD*. Consideraron que el tiempo fue adecuado para comprender los conceptos presentados y aplicarlos en la práctica. Los estudiantes reconocieron el software como una herramienta valiosa y útil para la creación y adaptación de planos, lo que, a su vez, facilita la construcción de maquetas arquitectónicas.

Tabla 5.14

Adquisición de habilidades y conocimientos: Práctica 3. Impresión de plantillas para la maqueta

Grupo control	Grupo experimental
El 79% de los estudiantes estuvo totalmente de acuerdo en que el contenido de la clase Impresión de plantillas para maqueta con <i>AutoCAD</i> fue útil.	El 80% de los estudiantes estuvo totalmente de acuerdo en que el contenido de la clase Impresión de plantillas para maqueta con <i>AutoCAD</i> fue útil.
El 71% de los estudiantes estuvo totalmente de acuerdo en que la clase práctica ayudó a comprender la escala y la proporción al elaborar plantillas para una maqueta arquitectónica.	El 60% de los estudiantes estuvo totalmente de acuerdo en que la clase práctica ayudó a comprender la escala y la proporción al elaborar plantillas para una maqueta arquitectónica.

Estuvieron de acuerdo en que el tiempo destinado a la explicación y a la realización de la práctica fue suficiente.	Estuvieron de acuerdo en que el tiempo destinado a la explicación y a la realización de la práctica fue suficiente.
Todos los estudiantes estuvieron de acuerdo en que el uso del software AutoCAD les facilita la elaboración de la maqueta arquitectónica.	Todos los estudiantes estuvieron de acuerdo en que el uso del software AutoCAD les facilita la elaboración de la maqueta arquitectónica.

Práctica 5. Construcción del relieve de un terreno (Tabla 5.15): Los estudiantes del grupo control desarrollaron competencias en la comprensión de la escala y proporción, el uso de herramientas manuales específicas y la organización eficiente del tiempo durante el proceso de construcción del relieve de un terreno.

Por su parte, los estudiantes del grupo experimental desarrollaron habilidades para interpretar y aplicar correctamente las dimensiones y las relaciones entre los elementos de la maqueta, al tiempo que aprendieron a emplear las funcionalidades de la RV y la RA en *3D Warehouse Sketchup* para representar de manera precisa y efectiva el relieve del terreno en su maqueta. Asimismo, la utilización de estas tecnologías fue percibida como una herramienta útil para simplificar y agilizar el proceso constructivo, aportando claridad y eficiencia al trabajo de maqueta

En ambos grupos, los estudiantes contaron con explicaciones claras sobre los conceptos y técnicas involucrados, tanto con el uso de la RV y la RA como sin él, así como con tiempo suficiente para poner en práctica los conocimientos adquiridos.

Tabla 5.15

Adquisición de habilidades y conocimientos: Práctica 5. Construcción del relieve de un terreno

Grupo control	Grupo experimental
El 43% de los estudiantes estuvo de acuerdo en que el contenido de la clase "Construcción del relieve de un terreno" fue útil.	El 50% de los estudiantes estuvo de acuerdo en que el contenido de la clase "Construcción del relieve de un terreno con RV y RA de <i>3D Warehouse Sketchup</i> " fue útil.
El 57% de los estudiantes estuvo totalmente de acuerdo en que la clase práctica ayudó a comprender la escala y la proporción para la construcción de una maqueta de terreno.	El 60% de los estudiantes estuvo de acuerdo en que la clase práctica ayudó a comprender la escala y la proporción para la construcción de una maqueta de terreno.
Estuvieron de acuerdo en que el tiempo destinado a la explicación y a la realización de la práctica fue suficiente.	Estuvieron totalmente de acuerdo en que el tiempo destinado a la explicación y a la realización de la práctica fue suficiente.
El 64% de los estudiantes estuvo totalmente de acuerdo en que el uso de las herramientas abordadas en la práctica facilita la elaboración de la maqueta de terreno.	El 60% de los estudiantes estuvo de acuerdo en que el uso de RV y RA de <i>3D Warehouse Sketchup</i> facilita la elaboración de la maqueta de terreno.

5.2.4 Grado de éxito y evaluación

Consistió en evaluar el impacto de la herramienta digital utilizada por los estudiantes. De esta forma se evalúa su conveniencia en relación con los objetivos de aprendizaje.

5.2.4.1 Impacto

En el caso de la incorporación del software *AutoCAD*, es positivo, ya que la mayor parte de los estudiantes de ambos segmentos contaba con conocimientos previos sobre la herramienta digital, además de contar con acceso al software de manera gratuita en su versión educativa, el cual instalaron en sus computadoras personales.

A partir de la recopilación de datos sobre los conocimientos previos, la usabilidad del software y la percepción de los estudiantes, se identificó que el grupo experimental ya utilizaba *AutoCAD* de manera regular durante la práctica. Esta familiaridad permitió un desarrollo ágil de la actividad, con menos dudas y una entrega oportuna de los productos solicitados.

En contraste, aunque la mayoría de los estudiantes del grupo control también contaba con conocimientos previos, algunos utilizaron el software por primera vez durante esta práctica. Esto requirió adaptar del ritmo de la clase para brindar el apoyo necesario y resolver dudas, a fin de asegurar la comprensión de los conceptos y procedimientos necesarios para el cumplimiento de los objetivos de aprendizaje.

La incorporación de tecnologías de RV y RA mediante *3D Warehouse Sketchup* en el grupo experimental generó un impacto más favorable en comparación con el grupo control, que no empleó dichas herramientas. Ambos grupos lograron completar el ejercicio conforme a los objetivos de aprendizaje establecidos. Sin embargo, el uso de RV y RA facilitó una comprensión más clara y rápida de conceptos clave como la escala y la proporción. En particular, la visualización del terreno en RA permitió una percepción más precisa de su forma, lo que contribuyó a una reproducción más eficiente y exacta del relieve a escala, en contraste con la experiencia del grupo control.

5.2.4.2 Cumplimiento

El cumplimiento de los resultados de aprendizaje se vio notablemente favorecido por la incorporación del software *AutoCAD*, ya que la mayoría de los estudiantes contaba con conocimientos previos sobre esta herramienta y con acceso gratuito a su versión educativa. Esta condición permitió un avance ágil y sin contratiempos durante el desarrollo de las prácticas.

Asimismo, la introducción de RV y RA mediante el uso de *3D Warehouse Sketchup* facilitó al grupo experimental una comprensión más rápida y precisa de

las curvas de nivel del terreno, contribuyendo así a mejorar la asimilación de conceptos espaciales y topográficos clave en la asignatura.

En cuanto al grado de éxito de los estudiantes al completar la tarea, actividad o proyecto y su comprensión demostrada que tiene que ver con el uso del software y el contenido temático, se obtuvo lo siguiente:

En la Práctica 5, Construcción del relieve de un terreno, no se observaron diferencias cuantitativas significativas entre los grupos experimental y control en cuanto a los resultados de aprendizaje, ya que ambos lograron completar satisfactoriamente la actividad. El ejercicio consistió en la elaboración de un terreno a escala utilizando técnicas de construcción tridimensional propias de la maquetería arquitectónica, sobre el cual se desarrolló la propuesta conceptual del proyecto “Cabañas Modulares”. Cabe destacar que, de manera voluntaria y sin que fuera un requerimiento del ejercicio, algunos estudiantes presentaron modelos digitales tridimensionales y *renders* como parte de la entrega final del proyecto (Figura 5.3).

Figura 5.3

Presentación final de proyecto conceptual en terreno con curvas de nivel



5.2.4.3 Evaluación

La evaluación del proceso consistió en medir cómo la incorporación logró los objetivos pedagógicos. En este sentido, las percepciones de los estudiantes

respecto a los softwares incorporados destacan la importancia de proporcionar una formación adecuada y apoyo continuo para ayudar a los estudiantes a desarrollar habilidades sólidas en el uso de herramientas digitales de representación gráfica y en la adquisición de conocimientos previos.

5.2.5 Validación de la primera iteración

Para la comprobación de la hipótesis, se buscó, mediante inferencia estadística, determinar si la aplicación del MP-TRG se asoció con una mejora significativa del desempeño académico de los estudiantes de tercer semestre de la Licenciatura en Arquitectura de la UAQ. La inferencia estadística, en el contexto de estudios, investigaciones o experimentos, se fundamenta en el contraste de hipótesis. Este proceso consiste en evaluar la probabilidad de que un fenómeno determinado ocurra, bajo la suposición de que la hipótesis nula (H_0) es verdadera. Si dicha probabilidad resulta ser baja, se procede al rechazo de la hipótesis nula, considerándose entonces que el hecho observado es estadísticamente significativo (Pérez-Tejada, 2008).

La selección de las pruebas estadísticas tuvo en cuenta el tipo de muestra, las variables a analizar y la distribución del conjunto de datos. Los grupos de intervención, grupo control y grupo experimental se sometieron a dos condiciones diferentes, el grupo con la variable implementada del MP-TRG y el grupo sin la implementación de la variable MP-TRG, en ambos casos, valorando el nivel de aprendizaje. Por lo tanto, al buscar diferencias entre el grupo control y el experimental, se pueden utilizar pruebas estadísticas para el tipo de muestra no relacionada con la comparación de dos grupos.

De esta manera, de acuerdo con el tipo de muestras independientes en las cuales las mediciones se realizan en dos conjuntos de elementos distintos, se verificó la distribución normal de los datos en el software SPSS con la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, con un nivel de significancia $p = 0.05$, donde $p < 0.05$,

los datos no tienen una distribución normal, y $p > 0.05$ los datos tienen una distribución normal.

Como se puede observar en la Figura 5.4 y la Figura 5.5, el valor de p prevalece < 0.05 por lo que los datos no presentan una distribución normal. Por lo tanto, se utilizó U de Mann-Whitney para la comprobación de la hipótesis, la cual es una “prueba no paramétrica que se usa para evaluar la diferencia entre dos grupos independientes con base en resultados jerarquizados” (Pérez-Tejada, 2008, p. 669).

Figura 5.4

Prueba de normalidad de la primera iteración, Práctica 3. Cuestionario 1 (todas las categorías)

	Grupos	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
P1. El software es fácil de utilizar	Grupo Control	,769	14	,002
	Grupo Experimental	,658	10	,000
P2. Si pudiera, usaría el software con mayor frecuencia	Grupo Control	,801	14	,005
	Grupo Experimental	,820	10	,025
P3. Solicité ayuda para llevar a cabo las tareas solicitadas	Grupo Control	,849	14	,022
	Grupo Experimental	,916	10	,328
P4. El software es fácil de usar para cualquier persona con capacidad de manejar una computadora	Grupo Control	,868	14	,039
	Grupo Experimental	,878	10	,124
P5. Es necesario poseer conocimientos previos para efectuar las tareas requeridas	Grupo Control	,878	14	,054
	Grupo Experimental	,848	10	,055
P6. El software es fácil de aprender y comprender	Grupo Control	,854	14	,025
	Grupo Experimental	,751	10	,004
P7. Al volver a utilizar el software es fácil recordar los pasos a seguir	Grupo Control	,818	14	,008
	Grupo Experimental	,794	10	,012
P8. El software tiene mensajes o instrucciones que son confusos a la hora de realizar una tarea	Grupo Control	,876	14	,052
	Grupo Experimental	,871	10	,102
P9. El software es visualmente atractivo (combinación de colores, tamaños de letra, disposición de objetos, entre otros)	Grupo Control	,786	14	,003
	Grupo Experimental	,731	10	,002
P10. Me siento a gusto con el uso del software	Grupo Control	,816	14	,008
	Grupo Experimental	,650	10	,000
P11. El contenido de la clase construcción del relieve de un terreno fue útil	Grupo Control	,516	14	,000
	Grupo Experimental	,509	10	,000
P12. La clase de la práctica me ayudó a comprender la escala y proporción para la construcción de una maqueta de terreno	Grupo Control	,576	14	,000
	Grupo Experimental	,640	10	,000
P13. El tiempo destinado a la explicación de la práctica fue suficiente	Grupo Control	,773	14	,002
	Grupo Experimental	,731	10	,002
P14. El tiempo destinado a la realización de la práctica fue suficiente	Grupo Control	,796	14	,005
	Grupo Experimental	,781	10	,008
P15. La utilización de las herramientas abordadas en la práctica me facilita la realización de la maqueta de terreno	Grupo Control	,639	14	,000
	Grupo Experimental	,509	10	,000

Figura 5.5

Prueba de normalidad de la primera iteración, Práctica 5. Cuestionario 2 y 3 (categoría: lo aprendido)

	Grupo	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
P1. El contenido de la clase construcción del relieve de un terreno fue útil	Grupo Control	,754	14	,001
	Grupo Experimental	,650	10	<.001
P2. La clase de la práctica me ayudó a comprender la escala y proporción para la construcción de una maqueta de terreno	Grupo Control	,773	14	,002
	Grupo Experimental	,594	10	<.001
P3. El tiempo destinado a la explicación de la práctica fue suficiente	Grupo Control	,816	14	,008
	Grupo Experimental	,717	10	,001
P4. El tiempo destinado a la realización de la práctica fue suficiente	Grupo Control	,810	14	,007
	Grupo Experimental	,781	10	,008
P5. La utilización de las herramientas abordadas en la práctica me facilita la realización de la maqueta de terreno	Grupo Control	,730	14	<.001
	Grupo Experimental	,650	10	<.001

El valor p de un estadístico de prueba representa la probabilidad de obtener un resultado igual o más extremo que el observado. Esta probabilidad se calcula a partir de la distribución del estadístico bajo la hipótesis nula H_0 . El criterio de decisión consiste en rechazar H_0 si el valor de p es menor o igual que α ($p \leq \alpha$). El contraste de hipótesis estadísticas requiere definir α , que es la probabilidad de rechazar falsamente H_0 , en un valor suficientemente pequeño para minimizar la posibilidad de error (Pérez-Tejada, 2008).

El planteamiento para efectuar la prueba U de Mann-Whitney fue H_0 : no existen diferencias entre el grupo control y el grupo experimental con la aplicación de la variable independiente MP-TRG, hipótesis alterna (H_a): existen diferencias entre el grupo control y el grupo experimental con la aplicación del MP-TRG. De tal forma que, con un nivel de significancia de $p = 0.05$, si $p < 0.05$ se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, y si $p > 0.05$ se rechaza la hipótesis alterna y se acepta la hipótesis nula.

La hipótesis nula plantea que las distribuciones de las poblaciones son análogas y, en cierto sentido, supone la igualdad entre sus medias o medianas. Por ello, esta prueba puede utilizarse como una alternativa no paramétrica a la prueba *t student*, con el propósito de evaluar si existe una diferencia significativa entre las medias de dos muestras independientes. Dado que la prueba se fundamenta en

categorías o clases, la mediana es la medida de tendencia central más apropiada para su análisis (Pérez-Tejada, 2008).

De acuerdo con el análisis realizado en el software SPSS para la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney de muestras independientes (Figuras 5.6 y 5.7), con un valor p mayor que 0.05 se rechaza la hipótesis alterna y se acepta la hipótesis nula, por lo que no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre el grupo control y el grupo experimental con la aplicación del MP-TRG. No obstante, se obtuvo una diferencia con valor menor que p en la satisfacción con el uso del software *AutoCAD*, utilizado en la Práctica 3.

Figura 5.6

Prueba U de Mann-Whitney de la primera iteración, Práctica 3. Cuestionario 1 (comparación de todas las categorías)

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15
U de Mann-Whitney	52,000	66,000	51,000	68,000	67,000	65,000	54,500	65,500	54,000	34,000	68,000	62,000	62,500	64,000	54,000
Z	-1,270	-,256	-1,166	-,121	-,182	-,321	-,997	-,279	-1,021	-2,252	-,083	-,573	-,480	-,385	-1,146
Sig. asin. (bilateral)	,204	,798	,244	,904	,855	,748	,319	,780	,307	,024	,934	,567	,624	,700	,252
Significación exacta [2*(sig. unilateral)]	,312 ^a	,841 ^b	,285 ^a	,931 ^b	,890 ^a	,796 ^b	,371 ^a	,796 ^b	,371 ^a	,036 ^b	,977 ^a	,666 ^b	,666 ^b	,752 ^b	,371 ^a

Figura 5.7

Prueba U de Mann-Whitney de la primera iteración, Práctica 5. Cuestionario 2 y 3 (comparación de la categoría: lo aprendido)

	P1	P2	P3	P4	P5
U de Mann-Whitney	46,500	53,000	56,000	59,500	60,500
Z	-1,517	-1,138	-,884	-,658	-,646
Sig. asin. (bilateral)	,129	,255	,376	,511	,518
Significación exacta [2*(sig. unilateral)]	,172 ^b	,341 ^b	,437 ^b	,546 ^b	,585 ^b

Para el diseño cualitativo del estudio, se incluyeron preguntas abiertas en los cuestionarios de usabilidad, con el objetivo de recabar información más detallada sobre la experiencia de los estudiantes. Las respuestas obtenidas fueron organizadas en una matriz de comparación (Tabla 5.16), a partir de la cual se identificaron las principales dificultades que enfrentaron los estudiantes de ambos

grupos. En la utilización del software *AutoCAD*, los desafíos estuvieron relacionados con la configuración de impresión y de escala. A pesar de estas dificultades técnicas, se obtuvo una valoración positiva de la practicidad, la utilidad y la satisfacción derivadas del uso del software. No obstante, algunos estudiantes señalaron la necesidad de contar con más tiempo para familiarizarse adecuadamente con la herramienta.

En la práctica 5, hubo diferentes condiciones para cada grupo: el grupo control trabajó exclusivamente con *AutoCAD*, mientras que el grupo experimental empleó tecnologías de RV y RA mediante el uso de *Sketchup* y la plataforma en línea *3D Warehouse Sketchup*.

Los estudiantes del grupo control reiteraron como dificultades los problemas asociados a la configuración de impresión y a la escala, aunque, en general, evaluaron positivamente el uso del software en términos de utilidad y agrado. Por su parte, los estudiantes del grupo experimental identificaron obstáculos relacionados con las licencias del software, el uso inicial de *Sketchup* y la limitación del tiempo disponible para explorar la herramienta. Aquellos que no enfrentaron estos inconvenientes consideraron que utilizar RV con este software resulta intuitivo y fácil de comprender. En general, la valoración fue satisfactoria, destacando la utilidad en el proceso de representación gráfica de la RV, así como el interés por aprender sobre estas tecnologías emergentes.

Tabla 5.16

Análisis cualitativo

Práctica	Preguntas abiertas	Grupo control <i>AutoCAD</i>	Grupo experimental <i>AutoCAD</i>
Práctica 3. Impresión de plantillas para la maqueta	¿Tuvo algún problema al realizar la práctica?	Con la impresión del plano en papel. Exportar el plano a PDF para imprimir.	Con la impresión del plano en papel. Exportar el plano a PDF para imprimir.
	¿Cómo lo resolvió?	Al imprimir. Escalar en <i>AutoCAD</i> .	Al imprimir. Escalar en <i>AutoCAD</i> .
	Comentarios y observaciones	Es más práctico Utilidad del software	Es más práctico. Utilidad del software.

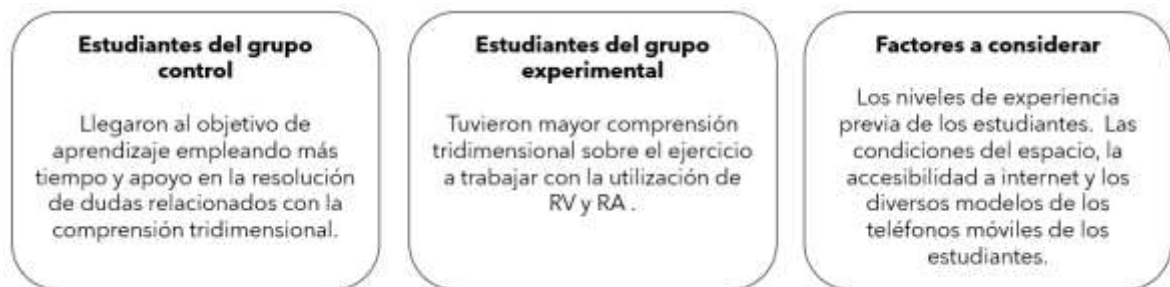
		El tiempo de explicación no fue suficiente	Me gustó que la práctica se hiciera en <i>AutoCAD</i> .
Práctica	Preguntas abiertas	Grupo control <i>AutoCAD</i>	Grupo experimental <i>AutoCAD, RV y RA Sketchup</i>
Práctica 5. Construcción del relieve de un terreno	¿Tuvo algún problema al realizar la práctica? ¿Cómo lo resolvió?	Al imprimir. Escalar. En la fabricación de la maqueta, con los materiales y las técnicas. El tiempo para fabricar la maqueta no fue suficiente.	Problemas técnicos con el software relacionados con las licencias. Exportar a RV. Falta de tiempo para realizar la actividad de manera extracurricular. Programa fácil de entender.
	Comentarios y observaciones	Utilidad del software Gusto por la práctica.	Satisfacción por el trabajo realizado. Su utilidad es potencial para construir o modificar la maqueta. Me agrado ver esto en clase.

La intervención tuvo un impacto positivo en el desempeño académico de los estudiantes. Aunque no se observó un impacto estadísticamente significativo en los objetivos de aprendizaje y en las calificaciones respecto al grupo control, sí se obtuvo una mejora durante el proceso en la comprensión de los conceptos que intervienen en la adquisición de habilidades visuales y espaciales necesarias para la construcción de modelos tridimensionales.

La falta de acceso adecuado a internet en el aula limitó la utilización de *3D Warehouse Sketchup*. Las percepciones de los estudiantes destacan la importancia de una formación adecuada en el uso de herramientas digitales. Se propone replantear el modelo para mejorar la accesibilidad tecnológica (Figura 5.8).

Figura 5.8

Validación de la primera iteración del MP-TRG



5.3 Segunda iteración del MP-TRG

De acuerdo con los resultados de la primera iteración, se obtuvo una definición más clara de los componentes del MP-TRG y de su secuencia (Figura 5.9). El área de Diseño del Aprendizaje se ajustó, integrando las perspectivas de los estudiantes en el área de Conocimientos previos mediante una evaluación diagnóstica inicial del curso. Asimismo, para el área de implementación resultó más oportuno que se realizara primero la exploración de la herramienta digital, enseguida, el periodo de utilización por parte de los estudiantes determinaría su nivel de dominio con la herramienta y, de esta manera, identificar la adquisición de habilidades y conocimientos mediante los cuestionarios de usabilidad.

Por último, en el área de grado de éxito y evaluación, el componente de percepción se trasladó al área de implementación, ya que a partir de la percepción de los estudiantes es posible determinar lo aprendido.

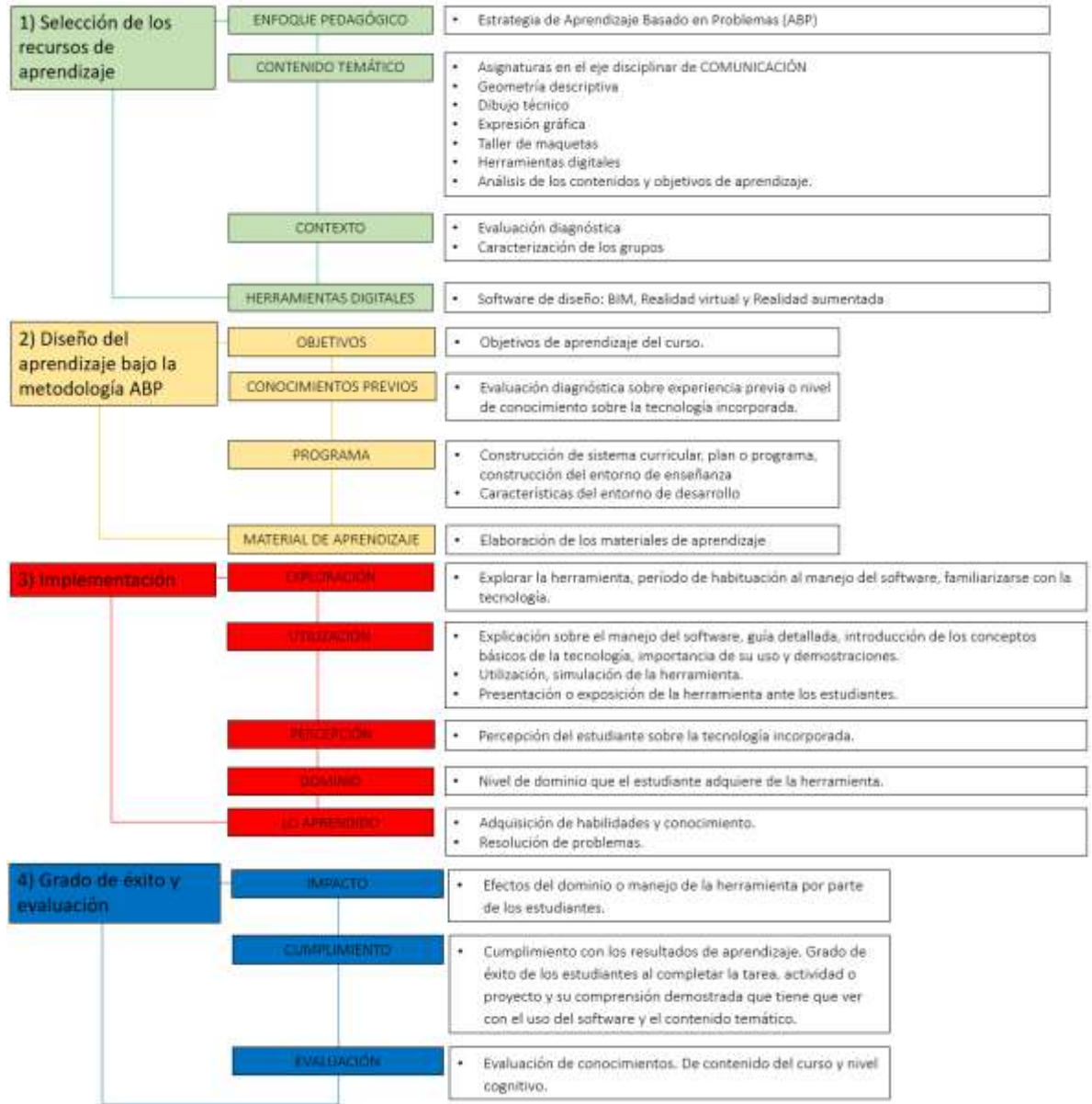
Figura 5.9

Segunda versión del MP-TRG



Figura 5.10

Elementos de la segunda versión del MP-TRG



5.3.1 Selección de los recursos de aprendizaje

Enfoque pedagógico: con la estrategia del ABP que incluye la preparación de la situación, el establecimiento de la situación y el proceso de resolución de problemas.

Contenido temático: La asignatura de Taller de maquetas de tercer semestre de la Licenciatura en Arquitectura de la UAQ. Análisis de los contenidos y objetivos de aprendizaje. Unidades y objetivos de aprendizaje (Anexo 6).

Contexto: Realización de la evaluación diagnóstica (Anexo 7) del grupo experimental (13 estudiantes) y del grupo control (15 estudiantes) para la caracterización de los grupos, la cual se describe a continuación.

Grupo control y grupo experimental: Los estudiantes reconocieron la importancia de las maquetas en el proceso de diseño arquitectónico como herramienta visual que facilita la comprensión tridimensional del proyecto. Identificaron las maquetas conceptuales y volumétricas como los principales tipos de maquetas. Aunque hay desconocimiento sobre las fases de construcción de las maquetas, los estudiantes, a través de su lógica y conocimientos previos, determinaron que la planificación (proyecto, materiales, escala, entre otros), la elaboración y los detalles son las etapas a seguir. Los estudiantes mostraron tener conocimientos sobre los materiales básicos para la elaboración de maquetas. La mayoría de los estudiantes no tenía experiencia en el uso de software de diseño (como *AutoCAD*, *Sketchup*, *Revit*, etc.) para la creación de maquetas virtuales. La mayoría se evaluó con un desempeño de nivel medio a alto en la elaboración de maquetas arquitectónicas. Sus perspectivas se centraron en aprender sobre maquetas de casa habitación, corte láser, ambientación, texturas y detalles.

Grupo control: Todos habían realizado maquetas previamente al curso. Algunos estudiantes indicaron que desconocían técnicas para la construcción de maquetas. El 67% del grupo no ha utilizado ningún software de diseño para la

planificación de maquetas arquitectónicas, mientras que el resto ha utilizado *AutoCAD* e *Illustrator*.

Grupo experimental: No habían realizado maquetas previamente al curso. Todo el grupo tenía nociones básicas sobre técnicas de construcción de maquetas. El 85% del grupo no había utilizado ningún software de diseño para la planificación de maquetas arquitectónicas, mientras que el resto había utilizado *AutoCAD*.

Herramientas digitales: Software de diseño: *AutoCAD*, *Sketchup*, RV y RA con *3D Warehouse Sketchup*.

5.3.2 Diseño del aprendizaje

Objetivos de aprendizaje: Definición de los objetivos de aprendizaje para la práctica a realizar de acuerdo con cada tecnología utilizada y cada contenido temático.

Conocimientos previos: Evaluación diagnóstica sobre la experiencia previa o nivel de conocimiento sobre la tecnología incorporada.

Práctica 3.

La mayoría ha utilizado el software en otras asignaturas. Tenían conocimiento previo de los comandos básicos del software: línea, acotar, medir, rectángulo, escalar y rotar. En cuanto al contenido temático, el total de estudiantes no tenía conocimientos previos sobre los tipos de uniones y ensambles en cartón estratificado. El cartón corrugado fue el material más conocido para la elaboración de maquetas.

Grupo control: En cuanto al comando *DWGUNITS*, el 33% lo conocía antes de la práctica. Solo el 27% tenía conocimiento de la configuración de impresión en el espacio *MODEL*. Algunos conocían el uso de plantillas como guía para la elaboración de maquetas (67%) y de técnicas para la construcción de un terreno (27%).

Grupo experimental: Menor conocimiento que el grupo control en el comando *DWGUNITS*, configuración de impresión en el espacio *MODEL*, uso de plantillas como guía para la elaboración de maquetas y técnicas de construcción de un terreno.

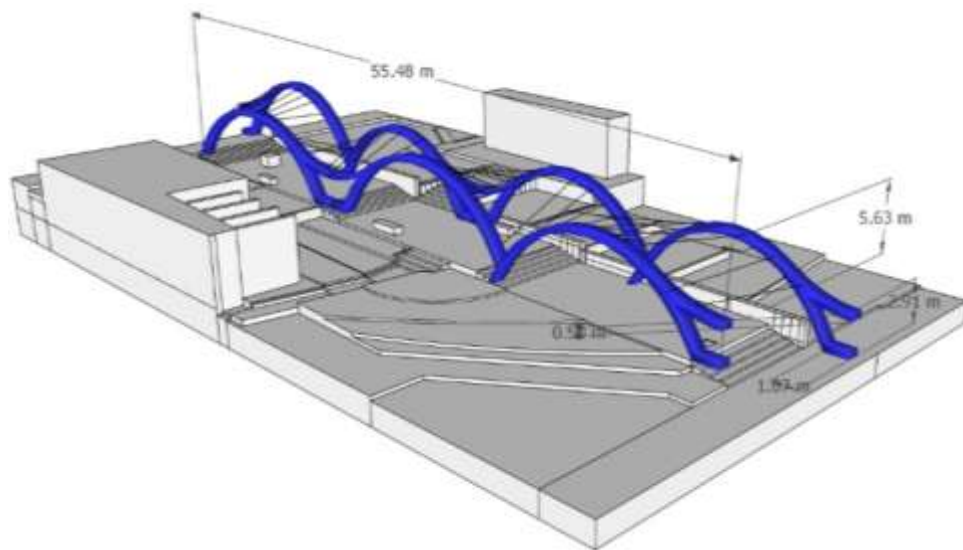
Práctica 5.

Ambos grupos utilizaron el plano de terreno proporcionado en formato *.dwg*. Realizaron la preparación del archivo para imprimir a escala 1:100 mediante la opción *Layout* de *AutoCAD*.

Grupo control: Para la construcción tridimensional del terreno, el grupo control utilizó los planos digitales e impresos como plantillas para reproducir las curvas de nivel de acuerdo con la técnica de construcción de terreno solicitada. Sin embargo, algunos estudiantes del grupo control también realizaron el modelo digital 3D en el software *Sketchup* (Figura 5.10), sin que este fuera solicitado, argumentando que les resulta útil para conocer la forma exacta y eficientar el corte de las piezas para el armado de la maqueta de terreno.

Figura 5.11

Modelo digital 3D elaborado en Sketchup por estudiantes del grupo control en la segunda iteración



Grupo experimental: El 54% de los estudiantes realizó el ejercicio de RV y RA con *3D Warehouse Sketchup* y exploró nuevas experiencias. Otro porcentaje de estudiantes (38%) realizó el ejercicio, pero tuvo dificultades técnicas y no pudo completarlo. Estas dificultades fueron en relación con la carga del archivo del modelo digital 3D que cada estudiante realizó en el software *Sketchup* y que al tratar de subirlo a la plataforma de *3D Warehouse* hubo un tiempo de espera hasta de 40 minutos, entre las posibles causas pudo ser alguna falla técnica de la plataforma en línea relacionada con el mantenimiento o actualización del sitio.

Para la realización del ejercicio de práctica, 69% de los estudiantes utilizaron computadora personal propia, 15% equipo de cómputo de la institución educativa, 8% computadora portátil personal prestada y 8% computadora de escritorio.

El software *Sketchup* que los estudiantes utilizaron para la práctica fue en su mayoría una versión con licencia no oficial (62%), una versión proporcionada en el equipo de cómputo de su institución educativa (23%) y una versión educativa (15%). El 92% señaló haber utilizado el software en otras asignaturas y el 8% haberlo utilizado por cuenta propia.

Programa: Construcción de un sistema curricular, de un plan o programa y del entorno de enseñanza. Características del entorno de desarrollo (Tabla 5.17).

Tabla 5.17

Programa de clase

Nombre de la práctica	Número de clase y duración	Materiales	Software incorporado	Grupo de aplicación	Entorno de desarrollo
Práctica 3. Impresión de plantillas para la maqueta	Clase número 8 de 34 2 horas	Computadoras con <i>AutoCAD</i> instalado, impresoras y papel	<i>AutoCAD</i>	Grupo control Grupo experimental	Aula de taller con mesas y bancos y aula de cómputo
Práctica 5. Construcción del	Clase número 18 de 34	Computadoras con <i>AutoCAD</i> instalado	<i>AutoCAD</i>	Grupo control	Aula de taller con mesas y bancos

relieve de un terreno	6 horas	Computadoras con <i>Sketchup</i> instalado, Internet y smartphone	<i>AutoCAD</i> y RV y RA con 3D <i>Warehouse Sketchup</i>	Grupo experimental	Aula de cómputo y aula de taller con mesas y bancos
-----------------------	---------	---	---	--------------------	---

Material de aprendizaje: Elaboración de materiales de aprendizaje. Identificación de los conceptos clave que los estudiantes deberían comprender del contenido temático. Desarrollo de esquema con el objetivo general y los objetivos específicos, los materiales a utilizar, el proceso y la evaluación (Anexo 8). Presentaciones en *PowerPoint* para complementar la explicación durante la demostración. Se prepararon materiales visuales, como ejemplos impresos o en formato de imagen, para mostrar a los estudiantes. La distribución de los materiales de aprendizaje se realizó en la plataforma institucional de *Moodle* previamente a la clase, para que los estudiantes pudieran revisarlos antes y después de la práctica.

5.3.3 Implementación

Exploración: Explorar la herramienta, período de habituación al manejo del software, familiarizarse con la tecnología. Se destinó tiempo a la exploración y a la habituación al manejo de *AutoCAD* y *Sketchup*. Se explicaron, con ejemplos, los conceptos básicos necesarios para realizar las prácticas.

Utilización: Explicación del manejo del software, guía detallada, introducción a los conceptos básicos de la tecnología, la importancia de su uso y demostraciones. Utilización, simulación de la herramienta. Presentación o exposición de la herramienta ante los estudiantes.

Práctica 3.

Impresión de plantillas para la maqueta: Los estudiantes realizaron el ejercicio con los planos correspondientes a su proyecto.

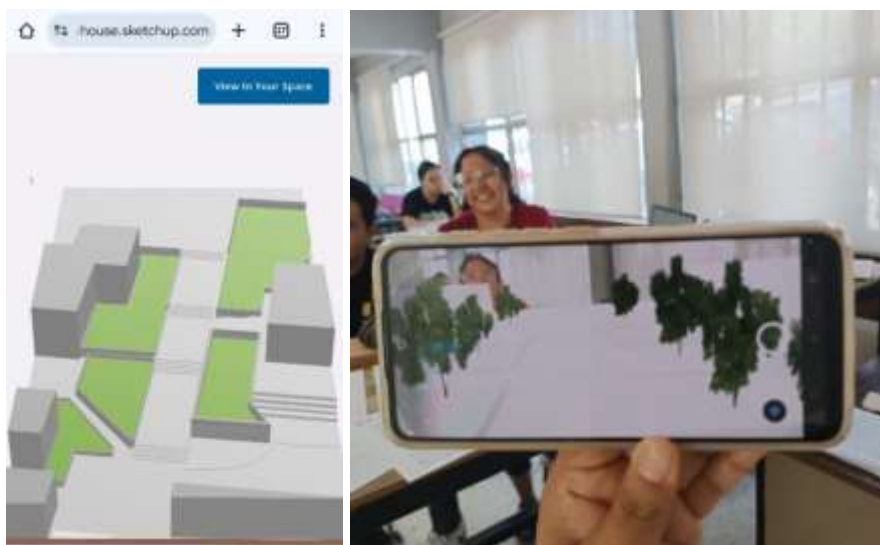
Práctica 5.

Construcción del relieve de un terreno: Para los estudiantes del grupo control la práctica consistía en elaborar la maqueta a partir de planos impresos y digitales.

Para el grupo experimental, esta práctica consistió en crear una maqueta digital del terreno, previa a la elaboración de la maqueta física. Se explicaron las herramientas del software y de la plataforma en línea. Con demostraciones en vivo se ejemplificó cada paso del ejercicio de práctica. Se asignó la tarea de replicar el ejercicio con el plano del levantamiento que realizaron previamente del terreno del proyecto (Figura 5.11).

Figura 5.12

Visualización en RV y RA de modelo digital 3D elaborado por estudiantes del grupo experimental



Percepción: Percepción del estudiante sobre la tecnología incorporada.

Práctica 3.

La mayoría de los estudiantes estuvo de acuerdo en que *AutoCAD* es un software fácil del utilizar y, si pudieran, lo utilizarían con mayor frecuencia. La mayoría de los estudiantes solicitó ayuda para realizar las tareas asignadas. Consideraron que el software es fácil de usar para cualquier persona con capacidad para manejar una computadora y están de acuerdo en que sí es necesario poseer conocimientos previos para efectuar las tareas requeridas.

Práctica 5.

El 85% de los estudiantes estuvo de acuerdo y totalmente de acuerdo en que RV y RA con *3D Warehouse Sketchup* son fáciles de utilizar, solo el 15% no estuvo ni de acuerdo ni en desacuerdo con este punto. El 54% de los estudiantes estuvo de acuerdo y totalmente de acuerdo en que, si pudieran, usarían RV y RA con *3D Warehouse Sketchup* con mayor frecuencia, el 38% no estuvo ni de acuerdo ni en desacuerdo al respecto.

El 54% de los estudiantes solicitó ayuda para llevar a cabo las tareas solicitadas, y el 61% estuvo de acuerdo en que RV y RA con *3D Warehouse Sketchup* son fáciles de usar para cualquier persona con capacidad de manejar una computadora.

El 84% de los estudiantes estuvo de acuerdo y totalmente de acuerdo en que es necesario poseer conocimientos previos para efectuar las tareas requeridas.

Dominio: Nivel de dominio que el estudiante adquiere sobre la herramienta.

Práctica 3.

La mayoría de los estudiantes estuvo de acuerdo en que *AutoCAD* es un software fácil de aprender y comprender, y que, al volver a utilizarlo, es fácil recordar los pasos a seguir. Los estudiantes no estuvieron ni de acuerdo ni en desacuerdo con que el software incluyera mensajes o instrucciones confusos al realizar una tarea. La mayoría estuvo de acuerdo en sentirse a gusto con el uso del software.

Los estudiantes del grupo control no estuvieron ni de acuerdo ni en desacuerdo sobre si el software es visualmente atractivo en cuanto a la combinación de colores, los tamaños de letra y la disposición de los objetos, entre otros aspectos (33%), pero también el 33% estuvo totalmente de acuerdo en que sí lo es. En contraparte, los estudiantes del grupo experimental no estuvieron de acuerdo ni en desacuerdo sobre si el software es visualmente atractivo en los mismos aspectos (38%).

Práctica 5.

Estuvieron de acuerdo y totalmente de acuerdo en que RV y RA con *3D Warehouse Sketchup* son fáciles de aprender y comprender (85%) y que, al volver a utilizarlos, es fácil recordar los pasos a seguir (61%).

El 62% de los estudiantes estuvo en desacuerdo y total desacuerdo en que RV y RA con *3D Warehouse Sketchup* tiene mensajes o instrucciones que son confusos a la hora de realizar una tarea, el 31% ni de acuerdo ni en desacuerdo, 8% en de acuerdo.

Los estudiantes estuvieron de acuerdo y totalmente de acuerdo (77%) en que RV y RA con *3D Warehouse Sketchup* son visualmente atractivos (combinación de colores, tamaños de letra, disposición de objetos, entre otros).

La mayoría estuvo de acuerdo y totalmente de acuerdo (85%) en sentirse a gusto con el uso de RV y RA con *3D Warehouse Sketchup*.

Lo aprendido: Adquisición de habilidades y conocimiento. Resolución de problemas.

Práctica 3.

La mayoría de los estudiantes estuvo de acuerdo y totalmente de acuerdo en que el contenido de la clase Impresión de plantillas para maqueta con *AutoCAD* fue útil y que la clase de la práctica ayudó a comprender la escala y la proporción en la generación de plantillas para maqueta arquitectónica. Estuvieron de acuerdo y en total acuerdo en que el tiempo destinado a la explicación y realización de la práctica fue suficiente y en que la utilización del software *AutoCAD* les facilita la realización de la maqueta arquitectónica.

Práctica 5.

Como se observa en el análisis (Tabla 5.18), mientras que un 87% de los estudiantes que usaron solo planos impresos y digitales consideró útil el contenido de la clase, en el grupo experimental que utilizó RV y RA, esta cifra aumentó al

100%. Esto sugiere que las herramientas de RV y RA enriquecen la comprensión del contenido y lo hacen más accesible o atractivo para los estudiantes.

Los dos grupos reflejan alta satisfacción respecto a la comprensión de la escala y la proporción, aunque el grupo experimental (92%) se encuentra por encima del grupo control, que trabajó sin estas tecnologías (87%). Esto indica que el uso de la RV y la RA parece mejorar la capacidad de visualizar y representar el terreno de forma tridimensional, lo que podría enriquecer el aprendizaje de técnicas de representación.

En cuanto al tiempo destinado a la explicación y a la realización de la práctica, el grupo control mostró un mayor acuerdo, con un 87%, frente al 77% del grupo experimental. Esto podría reflejar que la integración de RV y RA requiere un tiempo adicional de adaptación y manejo, lo que sugiere la necesidad de ajustar la duración de la práctica cuando se incorporan estas herramientas.

Un punto importante es que el 92% de los estudiantes que usaron RV y RA consideraron que estas herramientas facilitaban la construcción de la maqueta de terreno, frente al 87% en el grupo que utilizó solo planos. Esto resalta el valor de la tecnología inmersiva para ayudar a los estudiantes a comprender y manipular el modelo del terreno de manera más intuitiva y precisa.

Tabla 5.18

Usabilidad: Lo aprendido. Práctica 5. Construcción del relieve de un terreno

Grupo control	Grupo experimental
El 87% de los estudiantes estuvo de acuerdo y totalmente de acuerdo en que el contenido de la clase "Construcción del relieve de un terreno" fue útil.	El 100% de los estudiantes estuvo de acuerdo y totalmente de acuerdo en que el contenido de la clase "Construcción del relieve de un terreno con RV y RA de <i>3D Warehouse Sketchup</i> " fue útil.
El 87% de los estudiantes estuvo de acuerdo y en total acuerdo en que la clase de la práctica ayudó a	El 92% de los estudiantes estuvo de acuerdo y totalmente de acuerdo en que la clase práctica ayudó

comprender la escala y proporción para la construcción de una maqueta de terreno.	a comprender la escala y la proporción para la construcción de una maqueta de terreno.
El 87% de los estudiantes estuvo de acuerdo y totalmente de acuerdo en que el tiempo destinado a la explicación de la práctica fue suficiente. Y el 80% de los estudiantes estuvo de acuerdo y totalmente de acuerdo en que el tiempo destinado a la práctica fue suficiente.	El 77% de los estudiantes estuvieron de acuerdo y en total acuerdo en que el tiempo destinado a la explicación y realización de la práctica fue suficiente. Y el 69% de los estudiantes estuvo de acuerdo y totalmente de acuerdo en que el tiempo destinado a la práctica fue suficiente.
El 87% de los estudiantes estuvieron en total acuerdo en que la utilización de las herramientas abordadas en la práctica facilita la realización de la maqueta de terreno.	El 92% de los estudiantes estuvo de acuerdo y totalmente de acuerdo en que la utilización de RV y RA con <i>3D Warehouse Sketchup</i> les facilita la realización de la maqueta de terreno.

5.3.4 Grado de éxito y evaluación

Los resultados muestran un alto nivel de satisfacción por parte de los estudiantes respecto a la práctica de construcción de maquetas de terreno. La mayoría de los estudiantes del grupo control percibió el contenido de la clase como útil para comprender el relieve del terreno y consideró que les ayudó a comprender aspectos clave de la escala y la proporción, elementos esenciales en la construcción de maquetas. Además, los tiempos destinados tanto a la explicación como a la realización de la práctica fueron valorados positivamente, con un alto porcentaje de estudiantes satisfechos con la duración de ambas etapas. Los estudiantes coincidieron en que el uso de las herramientas proporcionadas, tanto planos digitales como impresos, fue adecuado para facilitar el desarrollo de la maqueta, lo que sugiere que la práctica fue efectiva para brindarles los conocimientos y recursos necesarios para su ejecución.

La práctica de construcción de maquetas de terreno utilizando herramientas de RV y RA, con *3D Warehouse Sketchup* fue percibida como altamente beneficiosa por los estudiantes. Todos reconocieron la utilidad del contenido de la clase para la comprensión del relieve del terreno, y la mayoría coincidió en que esta experiencia apoyó la comprensión de conceptos de escala y proporción. Si bien los tiempos

destinados a la explicación y a la realización de la práctica fueron suficientes para la mayoría, una proporción menor percibió una ligera limitación del tiempo de ejecución. En general, la alta valoración de la RV y la RA indica que estas tecnologías resultaron efectivas para facilitar la construcción de la maqueta, lo que contribuye de manera significativa al logro de los objetivos de aprendizaje.

Para esta iteración, nuevamente ambos grupos llegaron a los resultados de aprendizaje y el grupo experimental con la utilización de RV y RA con *3D Warehouse Sketchup* obtuvo una mejor comprensión del uso de técnicas de representación para la construcción de una maqueta de terreno. En esta intervención el tiempo destinado a esta práctica fue definido como una limitante y esto principalmente a las fallas de carga de la plataforma en línea de *3D Warehouse Sketchup*.

5.3.5 Validación de la segunda iteración. Diseño cuantitativo.

La incorporación de tecnologías inmersivas parece mejorar la experiencia educativa, especialmente en áreas donde la visualización y representación espacial son fundamentales. El uso de la RV y la RA aporta beneficios significativos en la representación tridimensional, lo que facilita las técnicas de construcción de maquetas. No obstante, estos beneficios parecen requerir ajustar los tiempos de práctica para maximizar su efectividad.

Limitaciones: Se solucionó la limitación de acceso a Internet, a dispositivos y a software que se presentó en la primera iteración. Sin embargo, durante la ejecución del ejercicio de práctica se presentaron fallas técnicas al cargar del documento en la plataforma en línea, lo cual puede considerarse una situación normal al usar cualquier medio en línea. Por tal motivo, los estudiantes pudieron requerir más tiempo para completar el ejercicio, mas no así para la práctica como tal.

En la segunda iteración del MP-TRG, los grupos de intervención se sometieron nuevamente a dos condiciones diferentes: el grupo con la variable implementada del MP-TRG y el grupo sin implementarla. Para la comprobación de

la hipótesis se realizó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, en el software SPSS con un nivel de significancia $p = 0.05$, donde $p < 0.05$, los datos no tienen una distribución normal y $p > 0.05$, los datos tienen una distribución normal. En este caso, el valor de p prevalece < 0.05 , por lo que los datos no presentan una distribución normal (Figuras 5.12 y 5.13). Por lo tanto, se utilizó la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para la prueba de hipótesis.

Figura 5.13

Prueba de normalidad de la segunda iteración, Práctica 3. Cuestionario 1 (todas las categorías)

	Grupos	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
P1. El software es fácil de utilizar	Grupo Control	,798	15	,003
	Grupo Experimental	,883	13	,078
P2. Si pudiera, usaría el software con mayor frecuencia	Grupo Control	,630	15	<.001
	Grupo Experimental	,772	13	,003
P3. Solicité ayuda para llevar a cabo las tareas solicitadas	Grupo Control	,892	15	,071
	Grupo Experimental	,884	13	,080
P4. El software es fácil de usar para cualquier persona con capacidad de manejar una computadora	Grupo Control	,860	15	,024
	Grupo Experimental	,917	13	,227
P5. Es necesario poseer conocimientos previos para efectuar las tareas requeridas	Grupo Control	,778	15	,002
	Grupo Experimental	,820	13	,012
P6. El software es fácil de aprender y comprender	Grupo Control	,815	15	,006
	Grupo Experimental	,821	13	,012
P7. Al volver a utilizar el software es fácil recordar los pasos a seguir	Grupo Control	,806	15	,004
	Grupo Experimental	,823	13	,013
P8. El software tiene mensajes o instrucciones que son confusos a la hora de realizar una tarea	Grupo Control	,862	15	,026
	Grupo Experimental	,808	13	,008
P9. El software es visualmente atractivo (combinación de colores, tamaños de letra, disposición de objetos, entre otros)	Grupo Control	,861	15	,025
	Grupo Experimental	,885	13	,084
P10. Me siento a gusto con el uso del software	Grupo Control	,782	15	,002
	Grupo Experimental	,778	13	,004
P11. El contenido de la clase construcción del relieve de un terreno fue útil	Grupo Control	,667	15	<.001
	Grupo Experimental	,628	13	<.001
P12. La clase de la práctica me ayudó a comprender la escala y proporción para la construcción de una maqueta de terreno	Grupo Control	,713	15	<.001
	Grupo Experimental	,756	13	,002
P13. El tiempo destinado a la explicación de la práctica fue suficiente	Grupo Control	,744	15	<.001
	Grupo Experimental	,719	13	<.001
P14. El tiempo destinado a la realización de la práctica fue suficiente	Grupo Control	,667	15	<.001
	Grupo Experimental	,733	13	,001
P15. La utilización de las herramientas abordadas en la práctica me facilita la realización de la maqueta de terreno	Grupo Control	,525	15	<.001
	Grupo Experimental	,706	13	<.001

Figura 5.14

Prueba de normalidad de la segunda iteración, Práctica 5. Cuestionario 2 y 3 (categoría: lo aprendido)

	Grupo	Estadístico	Shapiro-Wilk	
			gl	Sig.
1. El contenido de la clase construcción del relieve de un terreno fue útil	Grupo Control	,499	15	<.001
	Grupo Experimental	,446	13	<.001
2. La clase de la práctica me ayudó a comprender la escala y proporción para la construcción de una maqueta de terreno	Grupo Control	,413	15	<.001
	Grupo Experimental	,705	13	<.001
3. El tiempo destinado a la explicación de la práctica fue suficiente	Grupo Control	,499	15	<.001
	Grupo Experimental	,787	13	,005
4. El tiempo destinado a la realización de la práctica fue suficiente	Grupo Control	,643	15	<.001
	Grupo Experimental	,811	13	,009
5. La utilización de las herramientas abordadas en la práctica me facilita la realización de la maqueta de terreno	Grupo Control	,630	15	<.001
	Grupo Experimental	,772	13	,003

El criterio de decisión consiste en rechazar H_0 si el valor de p es menor o igual que α ($p \leq \alpha$) (Pérez-Tejada, 2008). El planteamiento para efectuar la prueba U de Mann-Whitney fue H_0 : no existen diferencias entre el grupo control y el grupo experimental con la aplicación de la variable independiente MP-TRG, hipótesis alterna (H_a): existen diferencias entre el grupo control y el grupo experimental con la aplicación del MP-TRG. De tal forma que, con un nivel de significancia de $p = 0.05$, si $p < 0.05$ se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, y si $p > 0.05$, se rechaza la hipótesis alterna y se acepta la hipótesis nula.

De acuerdo con el análisis realizado en el software SPSS para la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney de muestras independientes (Figuras 5.14 y 5.15), con un valor p mayor que 0.05, se rechaza la hipótesis alterna y se acepta la hipótesis nula, por lo que no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre el grupo control y el grupo experimental con la aplicación del MP-TRG.

Figura 5.15

Prueba U de Mann-Whitney de la segunda iteración, Práctica 3. Cuestionario 1 (comparación de todas las categorías).

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15
U de Mann-Whitney	72,000	96,000	88,000	81,000	79,000	85,000	94,500	93,000	80,000	83,000	95,000	88,500	76,000	57,500	79,000
Z	-1,265	-.079	-.403	-.801	-.806	-.644	-.147	-.223	-.843	-.756	-.137	-.469	-1,109	-2,059	-1,074
Sig. asin. (bilateral)	,206	,937	,687	,423	,365	,519	,883	,824	,399	,450	,891	,839	,267	,039	,293
Significación exacta [2*(sig. unilaterial)]	,254 ^b	,964 ^b	,717 ^b	,467 ^b	,413 ^b	,586 ^b	,892 ^b	,856 ^b	,440 ^b	,525 ^b	,928 ^b	,883 ^b	,339 ^b	,065 ^b	,413 ^b

Figura 5.16

Prueba U de Mann-Whitney de la segunda iteración, Práctica 5. Cuestionario 2 y 3 (comparación de la categoría: lo aprendido)

	P1	P2	P3	P4	P5
U de Mann-Whitney	93,000	71,000	61,500	68,500	81,000
Z	-,312	-1,613	-1,966	-1,496	-,867
Sig. asin. (bilateral)	,755	,107	,049	,135	,386
Significación exacta [2*(sig. unilaterial)]	,856 ^b	,235 ^b	,098 ^b	,185 ^b	,467 ^b

5.3.6. Validación de la segunda iteración. Diseño cualitativo.

Para validar de manera cualitativa la implementación del MP-TRG en la segunda iteración 2024-2 se realizaron grupos focales en el grupo control y experimental. Los grupos focales se definen como discusiones grupales estructuradas en las que el investigador promueve activamente la participación e interacción entre los integrantes y observa el desarrollo de las dinámicas colectivas. Se caracterizan por la interacción grupal como medio para generar datos, percepciones e ideas que difícilmente podrían obtenerse mediante métodos individuales. Aunque su uso es especialmente común en investigaciones de marketing y medios de comunicación, su aplicación se ha extendido a diversas áreas de estudio debido a su capacidad para revelar información más profunda y contextualizada a partir del diálogo entre participantes (Flick, 2014).

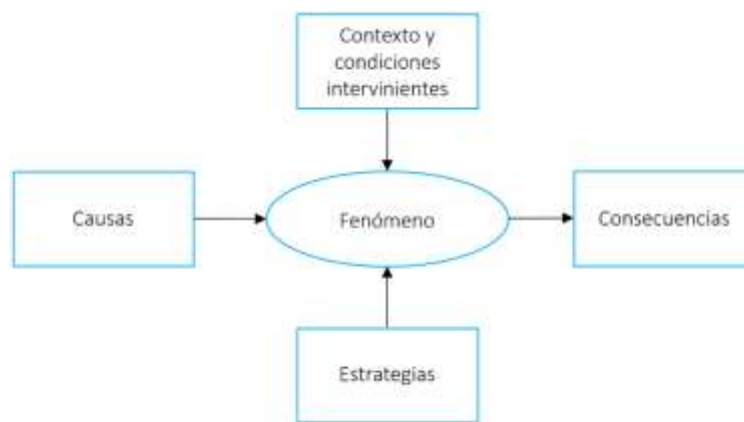
Los grupos focales constituyen una herramienta metodológica valiosa en investigaciones con enfoques mixtos o diseños de triangulación. El análisis de la

información generada mediante esta técnica permite identificar patrones relevantes en dos niveles: el contenido y el proceso de la discusión (Flick, 2014).

El análisis de la información obtenida se llevó a cabo con la técnica de la teoría fundamentada, utilizando el modelo de paradigma de codificación (Figura 5.16). Este modelo se basa en dos ejes: uno va de las causas a los fenómenos y a las consecuencias, y el otro vincula el contexto, las condiciones que intervienen y las estrategias de acción e interacción de los participantes en el fenómeno (Flick, 2014).

Figura 5.17

Modelo de paradigma de codificación



Nota. Adaptado de Strauss y Corbin (1998 en Flick, 2014)

Se obtuvieron 37 minutos de audio de los grupos focales, que fueron transcritos literalmente para su análisis. En primer lugar, se llevó a cabo el proceso de codificación abierta, que consiste en expresar datos y fenómenos en forma de conceptos. Las unidades de significado clasifican las expresiones (palabras sueltas, secuencias cortas de palabras) con el fin de asignarles anotaciones y conceptos, lo que se conoce como códigos (Flick, 2014). Fueron 23 códigos resultantes del análisis del grupo focal que se realizó al grupo control constituido por 15 estudiantes, y 29 códigos del análisis correspondiente al grupo experimental compuesto por 13 estudiantes (Tabla 5.19).

Tabla 5.19

Codificación abierta

Grupo control	Grupo experimental
1. Practicidad	1. Facilidad de acceso
2. Organización	2. Facilidad de uso
3. Comunicación	3. Practicidad
4. Aprendizaje continuo	4. Preferencia por plataformas estables
5. Facilidad de comprensión	5. Satisfacción del proceso
6. Habilidades digitales	6. Congruencia
7. Planificación	7. Propuesta de un portafolio digital colaborativo
8. Organización	8. Aprendizaje colaborativo
9. Eficiencia	9. Organización
10. Ahorro de tiempo	10. Habilidades visuales y espaciales
11. Utilidad	11. Fabricación tridimensional
12. Utilización autodidacta de tecnología	12. Aprendizaje autodidacta
13. Aprendizaje secuencial	13. Necesidad de una base-introducción
14. Importancia de las bases	14. Necesidades educativas
15. Valoración de lo básico	15. Utilidad
16. Necesidad de precisión con la realidad	16. Visualización
17. Resolución de problemas	17. Comparación entre softwares
18. Ahorro de tiempo	18. Preferencia por software 3D
19. Facilidad de comprensión	19. Visualización 3D
20. Aprendizaje colaborativo	20. Inestabilidad de la plataforma
21. Aprendizaje práctico	21. Comprensión tridimensional
22. Aprendizaje experiencial	22. Necesidad de visualización
23. Llevar a la realidad	23. Aprendizaje: aprender haciendo
	24. Valoración de teoría y práctica
	25. Aprendizaje experiencial
	26. Motivar la investigación
	27. Innovación
	28. Aprendizaje práctico
	29. Organización

Enseguida, se procedió a refinar y diferenciar las categorías emergentes de la codificación abierta mediante la aplicación de la codificación axial. La codificación axial es el proceso mediante el cual se establecen relaciones entre las subcategorías y la categoría central. Este procedimiento implica un razonamiento inductivo y deductivo que se desarrolla mediante varios pasos analíticos. Al igual que en la codificación abierta, se recurre a comparaciones constantes y a la formulación de preguntas. Sin embargo, en la codificación axial, el uso de estos procedimientos se centra más en descubrir y relacionar categorías en términos del modelo de paradigma (Flick, 2014).

En la codificación axial, se seleccionan las categorías más relevantes para la pregunta de investigación a partir de los códigos desarrollados. A continuación, se buscan numerosos pasajes diferentes del texto como prueba para elaborar la categoría axial. Para estructurar los resultados intermedios: medio-fin, causa-efecto, temporal o local, se elaboran relaciones entre las distintas categorías axiales utilizando las partes del paradigma de codificación mencionadas (Flick, 2014).

De tal forma que, para el fenómeno estudiado: Incorporación de TRG en la educación Superior en Arquitectura, en específico en la materias de representación gráfica de tercer semestre de la licenciatura en Arquitectura de la UAQ, con la pregunta de investigación: ¿Cuáles son los resultados obtenidos con la aplicación de un Modelo Pedagógico que incorpore TRG en la Educación Superior en arquitectura?, se analizaron las causas y consecuencias, vinculadas con el contexto y sus condiciones, así como las estrategias de los participantes (Tablas 5.20 y 5.21).

Tabla 5.20

Desarrollo del modelo de paradigma de codificación. Grupo control.

Modelo del paradigma	Categorías	Participantes
Causas (de la incorporación de TRG)	Practicidad Organización Necesidad de precisión con la realidad	“digital es incluso más fácil de que no se te pierda de tenerlo ahí a la mano” “corroborar que el levantamiento se había hecho correctamente para juntar los datos y ver que la imagen final de la maqueta se pareciera a lo que hay actualmente”
Consecuencias (de la incorporación de TRG)	Habilidades digitales Eficiencia Ahorro de tiempo Facilidad de comprensión	“entender todo eso igual te ayuda a trabajar de manera más rápida” “nos permitió que fuera más preciso los cortes” “el bastidor que nos daba del modelo 3D, nos sentaba todas las piezas encima, lo cual nos facilitaba el pegado y el corte mucho más rápido en cuestiones de tiempo”
Contexto y condiciones (de la incorporación de TRG)	Facilidad de comprensión Planificación Eficiencia Utilidad Aprendizaje práctico Aprendizaje experiencial	“hace que sea como para nosotros mucho más fácil el uso” “esta más estructurado y sistematizado y pues la verdad es más fácil de comprender cada etapa del proceso de maquetas” “considero que son buenas introducciones para tener en cuenta cómo tiene que ser el trabajo y qué esperamos de ese trabajo también”

		“es algo que vamos a utilizar toda la carrera y es algo que nos va a facilitar el trabajo y ahorrarnos mucho tiempo” “que probemos y ejecutemos, nos da el chance de poder equivocarnos en esa práctica y ya no ejecutar esos mismos errores en la maqueta de la entrega final”
Estrategias (de la incorporación de TRG)	Comunicación Aprendizaje continuo Utilización autodidacta de tecnología Aprendizaje colaborativo	“es importante que de alguna forma se nos recuerden los objetivos, los materiales y cómo el planteamiento que tiene cada trabajo” “es importante que no solamente sea como una clase ya, como darle seguimiento” “se ahorró mucho tiempo con esa herramienta de <i>AutoCAD</i> ” “hay veces que lo que el profe te transmite no lo entendemos, y lo que un compañero nos explica le entendemos mejor a él.”

Para el caso del grupo control en el que llevo a cabo la Práctica 5. Construcción del relieve de un terreno sin el requisito de utilizar TRG de RV y RA, se encontró que algunos estudiantes tuvieron necesidad de utilizar herramientas digitales como *Sketchup* por diferentes *causas*, entre ellas la practicidad, la organización y la necesidad de lograr una reproducción del terreno real más precisa a partir de un modelo tridimensional virtual (RV).

Como *consecuencias* de la utilización de estas herramientas, los estudiantes lograron una mayor comprensión tridimensional del espacio, adquiriendo mayores habilidades digitales que les permitieron el ahorro de tiempo y la eficiencia en la ejecución de las tareas. En el contexto y las condiciones de la incorporación, debido a las características propias de la asignatura, prevalece un enfoque práctico y experiencial. La utilización del ABP como enfoque conductor permitió una adecuada planificación y proporcionó comprensión de los temas.

Las *estrategias* identificadas se relacionan con la comunicación asertiva de cada práctica mediante el Cuaderno de prácticas proporcionado de manera secuencial. Destaca la utilización del aprendizaje autodidacta de TRG como estrategia para realizar las actividades de la práctica.

Tabla 5.21

Desarrollo del modelo de paradigma de codificación. Grupo experimental.

Modelo del paradigma	Categorías	Participantes
Causas (de la incorporación de TRG)	Facilidad de acceso	“Yo creo que digital está bien porque tenemos acceso al material de cualquier dispositivo”
Consecuencias (de la incorporación de TRG)	Satisfacción del proceso Congruencia Utilidad Visualización Comparación entre software Preferencia por software 3D Comprensión tridimensional	“siento que los materiales que hemos utilizado hasta el momento concuerdan y sí, como que también tienen mucho que ver con las unidades de aprendizaje” “las herramientas digitales que se utilizaron en el momento de hacer una maqueta sí son útiles debido a que te permite visualizar más que nada un producto final” “es útil al momento de hacer la maqueta porque te permite ya sea si quieres hacer un corte a láser o así escalarlo a diferente tamaño para poderlo mandar a cortar. Nada más que, al momento de generar el plano ya de la maqueta, es más cómodo <i>Sketchup</i>, porque puedes hacer el modelo en <i>Sketchup</i> y nada más importas al <i>AutoCAD</i>” “sí te da una idea sobre todo del funcionamiento de las curvas de nivel, para entender precisamente al final el armado del terreno en una maqueta de este tipo”
Contexto y condiciones (de la incorporación de TRG)	Necesidad de una base-introducción Inestabilidad de la plataforma Aprendizaje práctico	“creo que es importante que al menos lo básico con lo que vamos a hacer la práctica pues si lo explique un poco el profesor.” “nada más sirvió <i>Sketchup</i> porque sí te da como que la visualización de cómo queda la maqueta en 3D. Pero ya en <i>Warehouse</i> tarda un montón en cargar la página y en subir y realmente no ocupamos como tal el código QR” “El manejo de diferentes técnicas”
Estrategias (de la incorporación de TRG)	Aprendizaje colaborativo Aprendizaje autodidacta Visualización 3D	“se podría mejorar en un aspecto donde pudiéramos tener algún espacio, banco, carpeta, donde pudiéramos colocar ya sea o videos o tutoriales, incluso materiales, que sea un medio o algún elemento que pudiéramos realmente utilizar durante toda la carrera que podamos consultar” “en mi caso personal, yo descargué <i>Illustrator</i> sin saber usar <i>Illustrator</i> y lo tuve que aprender a manejar pues moviéndole... si alguien me explicara pues ya sería más fácil, ya tendría el conocimiento y ya lo que me faltara por adquirir en base al conocimiento que ya tenías investigar” “tal vez nos pueda servir para hacer para hacer recorridos virtuales de forma más fácil”

Para el grupo experimental, fue requisito utilizar TRG para realizar la Práctica 5. Construcción del relieve de un terreno. Como *causa* principal del uso de la tecnología, en términos generales, se encuentra la facilidad de acceso a la misma a través de diversos medios. Las *consecuencias* de la incorporación de TRG de RV y RA son la comprensión tridimensional, la visualización y la utilidad que proporciona, lo que produce en los participantes satisfacción con el proceso y una percepción de congruencia entre lo que se hace en clase y lo que se aprende.

El *contexto y las condiciones* de incorporación se enmarcan en la necesidad de los participantes de contar con el profesor como guía. Una condición importante fue la inestabilidad de la plataforma en la que se llevó a cabo la RA, la cual se ha señalado como una limitación importante para cualquier tipo de tecnología que se pretenda utilizar en línea, lo que está relacionado con el contexto tecnológico de conectividad actual en las localidades y en algunos ambientes universitarios de nuestro país. Por tal razón, la tecnología utilizada podría percibirse como poco útil e incluso innecesaria.

Por otro lado, las *estrategias* utilizadas por los estudiantes consistieron en emplear de manera autodidacta otras herramientas digitales no solicitadas en clase. Surgieron propuestas futuras, como la creación de un repositorio digital local para las asignaturas del currículo académico, así como la utilidad que pueden tener los modelos tridimensionales para recorridos virtuales.

Finalmente, en la codificación selectiva se buscan más ejemplos y pruebas para categorías relevantes, el resultado debería ser una categoría y un fenómeno centrales. El analista debe decidir entre fenómenos igualmente destacados y sopesarlos, de modo que se establezca una categoría central junto con las subcategorías relacionadas con ella. La categoría central se desarrolla de nuevo en sus características y dimensiones y se vincula, si es posible, a todas las demás categorías utilizando las partes y relaciones del paradigma de codificación (Flick, 2014).

Se encontró como categoría central que los resultados de la incorporación de TRG facilitan la comprensión tridimensional para ambos grupos. Aunque en el grupo control no estaba contemplada la utilización de TRG de RV y RA, los estudiantes utilizaron RV para la construcción del modelo tridimensional digital, con la finalidad de comprender la forma exacta del terreno para su posterior construcción física (Figura 5.17). Asimismo, para los estudiantes del grupo experimental, la RV tuvo la misma finalidad: lograr una mejor comprensión tridimensional. No obstante, la RA fue percibida como poco útil debido a las condiciones de inestabilidad de la plataforma en línea presentadas (Figura 5.18). En ambos casos se alcanzaron los objetivos de aprendizaje, destaca la necesidad de los estudiantes del empleo de las TRG como medio de apoyo para la comprensión tridimensional que tiene que ver con la capacidad visual y espacial.

Figura 5.18

Diagrama de la codificación selectiva. Grupo control

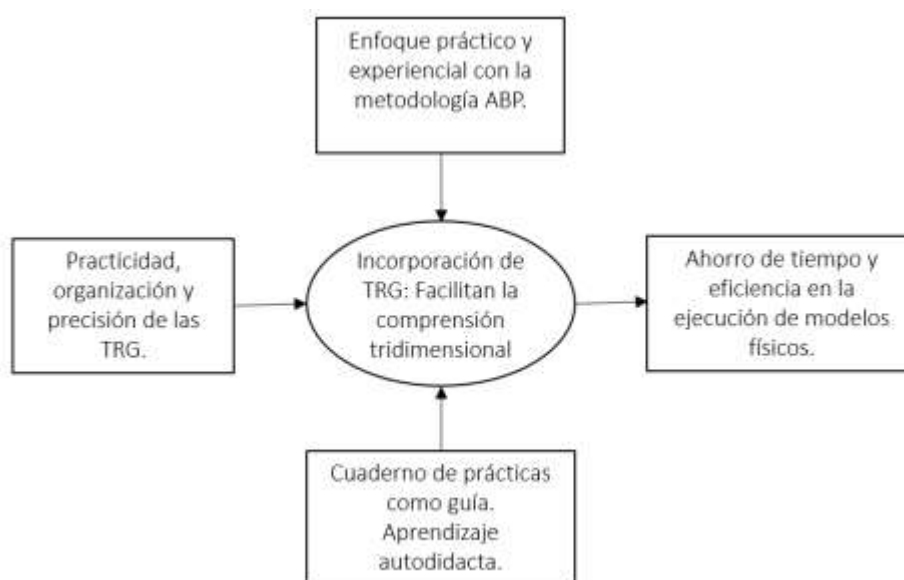
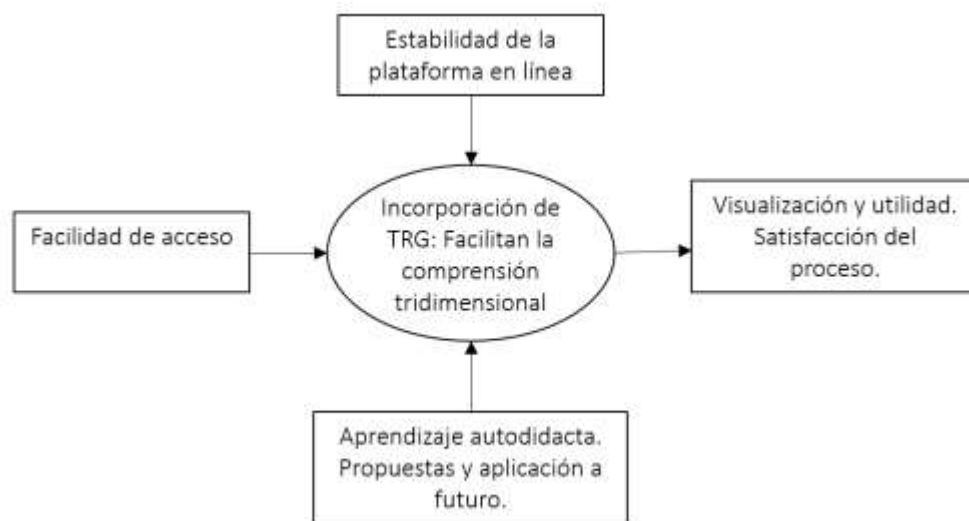


Figura 5.19

Diagrama de la codificación selectiva. Grupo experimental



CAPÍTULO 6. DISCUSIÓN

El diagnóstico inicial sobre la incorporación de herramientas digitales en el programa de la Licenciatura en Arquitectura de la UAQ, de enfoque mixto, permitió explorar en profundidad las condiciones de su incorporación en un contexto educativo universitario de México, a partir de la percepción de los estudiantes y docentes 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 arquitectónico. La utilización de software de diseño depende de las características de dicho proceso. Asimismo, su uso presenta limitaciones, como la falta de conocimiento y las posibilidades que ofrece determinado software, con el cual inicialmente se requiere tiempo para familiarizarse.

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

Es necesario incorporar herramientas digitales en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la arquitectura de manera gradual a lo largo de 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.

Resulta fundamental que los estudiantes desarrollen habilidades, digitales y manuales, para hacer frente a las necesidades actuales de la industria de la

construcción y edificación. Este equilibrio permitirá que el nivel de experiencia en un *software* genere un mejor entendimiento de los conocimientos en los conceptos constructivos y arquitectónicos y, a su vez, el nivel de estos conocimientos pueda ser transmitido de la mejor manera a través de los medios digitales. Es decir, a medida que los estudiantes se familiarizan y se vuelven competentes en el uso de herramientas digitales, su capacidad para comprender y aplicar los principios de la construcción y el diseño arquitectónico también podría mejorar.

La introducción a las herramientas digitales desde los primeros semestres es necesaria, pero de manera complementaria, para apoyar el aprendizaje de los estudiantes. Actualmente, en el PE de la Licenciatura en Arquitectura de la UAQ, las asignaturas de herramientas digitales para la arquitectura se imparten en solo algunos semestres, lo que impide una integración eficaz de estas herramientas en el currículo.

Los planes de estudio deben actualizarse conforme a los requerimientos de la práctica profesional arquitectónica contemporánea. El análisis realizado sobre el diagnóstico de la incorporación de herramientas digitales coincide con la propuesta de un estudio previo que se efectuó por Soliman *et al.* (2019) 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 el 68% de estas aplicaciones se incluyen en el estudio de diseño, mientras que el 32% se imparten como cursos independientes. Este estudio propone que integrar aplicaciones informáticas en todos los años de los planes de estudio sería más eficiente.

A partir del diagnóstico realizado y de la revisión del estado del arte, se diseñó el MP-TRG. El modelo contempló áreas específicas orientadas a alcanzar los objetivos de aprendizaje, tales como la selección de herramientas digitales acordes con el nivel de conocimiento de los estudiantes, la alineación de dichas herramientas con los objetivos pedagógicos, así como una fase de implementación destinada a la exploración, la familiarización y el dominio de las TRG.

La primera iteración del modelo se implementó con estudiantes que cursaron asignaturas relacionadas con la comunicación arquitectónica, pertenecientes al PE de la Licenciatura en Arquitectura de la UAQ. La selección de los participantes se realizó mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, aplicando el MP-TRG en la asignatura a la que se tenía acceso. Durante esta primera implementación, se incorporaron tecnologías como la RV y la RA mediante el uso de *Sketchup* y *3D Warehouse Sketchup*. Aunque el análisis comparativo entre el grupo experimental y el grupo control no arrojó diferencias estadísticamente significativas en el desempeño académico medido a través de un cuestionario *Likert*, sí se identificaron beneficios cualitativos relevantes.

En particular, la integración de RV utilizada en la fabricación del modelo digital y en su visualización en RA facilitó la comprensión tridimensional para la construcción del modelo físico. La visualización del terreno en RA resultó especialmente útil para clarificar su forma, lo cual agilizó tanto el entendimiento como la reproducción a escala, lo que benefició al grupo experimental. Una de las principales limitaciones detectadas durante esta primera iteración fue la falta de conectividad en el aula, lo que obstaculizó el acceso a la plataforma en línea *3D Warehouse Sketchup*, recurso esencial para la actividad programada.

En la segunda iteración se realizaron ajustes al MP-TRG, particularmente en la secuencia didáctica, con el fin de atender las barreras relacionadas con la accesibilidad tecnológica, como la disponibilidad de dispositivos adecuados y la necesidad de una conexión a internet estable. Si bien, estas modificaciones disminuyeron en gran medida las limitaciones previas, surgieron nuevos desafíos, como la inestabilidad de la plataforma para cargar los archivos de trabajo.

En términos de impacto, se observó una mejora significativa en la comprensión de conceptos clave, así como en el desarrollo de habilidades visuales y espaciales fundamentales para la elaboración de modelos tridimensionales. El uso de herramientas como la RV permitió a los estudiantes visualizar y manipular con

mayor precisión aspectos relacionados con la proporción y la escala de los proyectos.

En conjunto, las iteraciones realizadas mostraron que el MP-TRG tuvo un efecto positivo en el desarrollo académico de los estudiantes de tercer semestre de la Licenciatura en Arquitectura de la UAQ. Para ambas iteraciones se realizaron los contrastes de hipótesis cuantitativo y cualitativo, determinando, en términos cuantitativos, que no se observó una diferencia estadísticamente significativa con la implementación de TRG, y, en términos cualitativos, que existe una mayor facilidad para la adquisición de habilidades espaciales y visuales con la implementación de TRG, además, se evidenció una mejora sustancial en la comprensión de conceptos vinculados al desarrollo de habilidades visuales y espaciales necesarias para la representación tridimensional.

La ausencia de diferencias estadísticamente significativas en el desempeño académico entre los grupos puede explicarse a partir del carácter multifactorial que lo define. El rendimiento académico de los estudiantes universitarios no depende exclusivamente de las estrategias, metodologías o modelos pedagógicos implementados, sino que está condicionado por un amplio conjunto de variables internas y externas, tanto contextuales como personales.

El rendimiento académico de los estudiantes universitarios es producto de diversas variables internas y externas, contextuales y personales, que, por sus características, tiene múltiples formas de ser medido (Polo *et al.*, 2022). Estas variables incluyen factores socioeconómicos, condiciones emocionales, estilos de aprendizaje, habilidades previas, apoyo institucional, entre otros, cuya interacción escapa al control de las instituciones educativas y del ámbito estrictamente académico.

En el caso del rendimiento académico de los estudiantes de arquitectura, los principales factores se pueden incluir en cuatro categorías: sociodemográfica, psicosocial, socioeconómica y cultural e institucional y académica (Tabla 6.1).

Tabla 6.1*Categorización del desempeño académico de los estudiantes de arquitectura*

Categorías	Principales factores
Sociodemográfica	Las probabilidades de éxito o fracaso académico desde la proveniencia de distintos contextos sociales Los determinantes económicos como la pobreza y la falta de apoyo social Las relaciones intrafamiliares asociadas con el éxito académico o el fracaso La influencia del centro educativo de procedencia
Psicosocial	Influencia de los docentes institucionales, familiares, sociedad, entre otros La carga académica y el estrés La aptitud/actitud intelectual La inteligencia emocional y motivación
Socioeconómica y cultural	Influencia positiva o negativa del entorno social El ambiente familiar y educativo El acceso a recursos necesarios para cursar la carrera universitaria La capacidad económica para acceder a materiales y servicios especializados en la carrera
Institucional y académica	El proceso de ingreso a los estudios universitarios. Los estudios anteriores y su rendimiento. El nivel nulo o básico de las herramientas de expresión digital. Los servicios institucionales que se ofrecen La inversión en la infraestructura de la universidad Las instalaciones complementarias como la biblioteca y servicios de apoyo complementarios Las características estructurales y funcionales de cada institución Los créditos matriculados y la carga académica Los horarios académicos, jornada diurna, nocturna o trabajar

Nota. Elaboración propia basada en Polo *et al.* (2022).

Los estudiantes de arquitectura requieren ciertos niveles de abstracción y concentración para el desarrollo de las actividades académicas, además, modifican su estilo de aprendizaje a medida que avanzan en niveles de formación, donde el estilo visual tiene una mayor utilización (Polo *et al.*, 2022). Tal como indican los resultados de la implementación del MP-TRG, en los cuales los grupos en los que no se solicitó el uso de TRG, estas fueron utilizadas para facilitar la comprensión tridimensional.

Esta situación puede explicarse por la capacidad de las TRG para abordar distintos estilos de aprendizaje, lo que facilita que más estudiantes se involucren en el proceso desde sus propias fortalezas cognitivas y contribuye a un aprendizaje más inclusivo y equitativo. Puesto que, los entornos de RV ofrecen las condiciones propicias para atender diversos estilos de aprendizaje, entre ellos el visual, el auditivo y el kinestésico, debido a la posibilidad de integrar representaciones visuales complejas, estímulos auditivos y experiencias inmersivas basadas en el movimiento y la interacción. Gracias a esta versatilidad, la RV es una herramienta capaz de favorecer el aprendizaje de una amplia diversidad de estudiantes (Yarin & Chinchay, 2023).

Los estudiantes pueden utilizar TRG para enriquecer su proceso de aprendizaje, por lo que la aplicabilidad del MP-TRG resulta pertinente. Se constató que estas experiencias enriquecen la comprensión espacial, la toma de decisiones y el pensamiento crítico, aspectos que a menudo no se registran en las evaluaciones tradicionales. En particular, la utilización de RV en el MP-TRG implementado demostró mejorar la formación de los estudiantes en comparación con las metodologías convencionales, lo que concuerda con los resultados de estudios en los que la RV ha sido implementada (Kharvari & Kaiser, 2022; Yarin & Chinchay, 2023).

El enfoque del MP-TRG se perfila como una herramienta de enseñanza-aprendizaje de sustancial utilidad durante el proceso de aprendizaje y en la adquisición de la competencia espacial, que puede definirse como la capacidad de representar, generar, recordar y transformar información simbólica no lingüística. Esta información resulta ser el centro del aprendizaje en arquitectura, la cual puede clasificarse en (Polo *et al.*, 2022):

1. Percepción espacial: capacidad de ubicarse, orientarse y encontrar la referencia a la línea horizontal.
2. Rotación mental: capacidad de girar mentalmente objetos bidimensionales o tridimensionales en bloque.

3. Visualización: habilidad para generar la imagen mental, efectuar transformaciones mentales y retener los cambios producidos.

Al respecto, los estudiantes de ingeniería que obtienen bajos puntajes en las evaluaciones de habilidad espacial tienden a mostrar un progreso académico limitado en comparación con quienes alcanzan resultados satisfactorios en esta competencia. En este sentido, el uso de software de diseño asistido por computadora de RV no inmersiva, aumenta el rendimiento de esta habilidad (Yarin & Chinchay, 2023).

Al respecto, las percepciones de los estudiantes destacaron la relevancia de contar con una formación adecuada y un acompañamiento continuo en el uso de herramientas digitales para la representación gráfica, lo que subraya la necesidad de fortalecer las estrategias pedagógicas en este ámbito.

Finalmente, la comprensión de las percepciones y el rol docente en la integración efectiva de herramientas digitales en la enseñanza de la arquitectura, pueden contribuir a disminuir las barreras que enfrentan al adoptar y utilizar estas herramientas en su práctica pedagógica. Por lo tanto, considerando esta perspectiva y derivada del MP-TRG, se propuso una guía de planificación docente bajo el MP-TRG (Anexo 9) para proporcionar una herramienta que contribuya a ampliar la perspectiva de los docentes y puedan tener un soporte que les permita generar una metodología de sustento sobre la incorporación de herramientas digitales en la educación arquitectónica.

CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES

Una de las primeras aportaciones obtenidas de la investigación fue la identificación de las condiciones de acceso, conocimiento y uso de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes de arquitectura, esto a partir del cuestionario ACUTIC. Estos primeros hallazgos demostraron que los estudiantes perciben la incorporación de las TIC en el aula como un elemento que favorece su aprendizaje y que existe una utilización importante de herramientas digitales de diseño de manera generalizada. Mediante esta exploración inicial se vislumbró la pertinencia de realizar una indagación más profunda para comprender con mayor amplitud las implicaciones de la integración de tecnologías específicas en la formación académica del área arquitectónica.

De esta forma, se realizó una revisión sistemática que evidenció una producción limitada de estudios sobre el tema, especialmente en Latinoamérica. El estudio permitió identificar las tecnologías y softwares con mayor presencia en la educación arquitectónica, destacando la RV y BIM. A partir del análisis de las estrategias de incorporación de tecnologías, se derivaron cuatro criterios generales para su integración: selección de recursos de aprendizaje, diseño de aprendizaje, implementación y evaluación.

Los resultados de esta revisión mostraron que la incorporación efectiva de la tecnología requiere la planeación de estrategias pedagógicas adaptadas a un contexto particular. Además, se encontró el enfoque constructivista como predominante en la formación en arquitectura, debido principalmente a su capacidad para dar respuesta a las demandas educativas de la disciplina. A partir de los hallazgos, se constató una escasez de modelos pedagógicos específicos para la enseñanza de la arquitectura, así como de investigaciones relacionadas con la integración de tecnologías emergentes desde la perspectiva educativa.

De esta manera, se obtuvieron los fundamentos relevantes para el diseño inicial del modelo propuesto, orientado a incorporar tecnologías de representación

gráfica mediante una planeación estratégica sustentada en criterios de incorporación, enfoques pedagógicos y en las condiciones del contexto de aplicación. Los resultados permitieron establecer las bases teóricas que respaldan el modelo desarrollado en la investigación, junto con el análisis de la educación arquitectónica y el diagnóstico realizado en un contexto específico de intervención.

Analizando a profundidad las características de la educación en arquitectura, se encontró el ABP como la estrategia predominante, sin embargo, esta puede resultar insuficiente cuando no se articula con el contexto real. Por otro lado, los avances tecnológicos en la educación universitaria favorecen formas de enseñanza más dinámicas y flexibles, no obstante, persiste la ausencia de marcos pedagógicos que orienten de manera adecuada su incorporación en los procesos de formación. Entonces, en el curso de la investigación se buscó aprovechar las ventajas del ABP, que es una estrategia ya consolidada en la formación en arquitectura, a través de su impulso por tecnologías inmersivas, las cuales buscan acercar a los estudiantes a entornos simulados de la realidad.

En respuesta y con fundamento en los hallazgos de los estudios expuestos, se realizó un diagnóstico sobre la incorporación de herramientas digitales en la educación arquitectónica, como etapa clave en el diseño de la implementación del MP-TRG, el cual permitió analizar las condiciones de integración tecnológica en un contexto universitario.

Con las iteraciones realizadas se llegó a la conclusión de que la incorporación de TRG no solo mejora la comprensión tridimensional, sino que también tiene un impacto potencial en el desarrollo de competencias clave en disciplinas técnicas y proyectuales. En este contexto, para aprovechar las ventajas del MP-TRG, es fundamental que su implementación no se limite a los productos finales, sino que abarque el seguimiento del proceso mediante estrategias de evaluación formativa que permitan monitorear el progreso individual, proporcionar retroalimentación constante y oportuna, y asegurar la accesibilidad a tecnologías, la flexibilidad y la capacidad de adaptación.

Las propuestas educativas deben enfocarse no solo en mejorar las calificaciones como único indicador de éxito, sino también en garantizar un aprendizaje significativo. Las metodologías y los modelos de enseñanza deben priorizar el desarrollo de competencias, la comprensión profunda de los contenidos y la adquisición de habilidades, independientemente de los factores que inciden en el rendimiento medible.

Por ello, aunque el análisis cuantitativo no haya mostrado una diferencia estadísticamente significativa, el uso de TRG transforma cualitativamente el proceso de aprendizaje. Tecnologías como la RV y la RA permiten a los estudiantes visualizar conceptos complejos, interactuar con representaciones tridimensionales y experimentar con modelos arquitectónicos de forma inmersiva, aspectos que se identificaron claramente en el análisis cualitativo. Derivado de ello, con el MP-TRG se podrían desarrollar indicadores específicos para la competencia espacial, como la visualización, la percepción y la rotación mental, en cuyas habilidades se demostró el potencial cualitativo del modelo.

El desarrollo de nuevos enfoques en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la arquitectura, plantea nuevas actividades y perspectivas para los diferentes actores de la educación en correspondencia con los avances tecnológicos actuales. Por tal razón, es necesario que las instituciones de educación superior cuenten con infraestructura tecnológica de calidad para que el proceso pedagógico mediado por herramientas digitales pueda tener un aprovechamiento ideal y no se vea interrumpido por factores de red, equipo o la falta de instalaciones acondicionadas tecnológicamente. Los espacios educativos deben ser congruentes con las nuevas dinámicas de enseñanza-aprendizaje.

Las herramientas digitales pueden apoyar el aprendizaje y la práctica del diseño arquitectónico, considerando el impacto de una integración equilibrada entre técnicas manuales y digitales. El hecho de que los estudiantes asociaran las técnicas manuales con la creatividad y las herramientas digitales con la eficiencia técnica, da lugar a que el MP-TRG no solo debe ser un modelo de enseñanza de

tecnología, sino un marco que promueva la integración y articulación de distintos procesos y métodos dentro del aprendizaje y desarrollo proyectual, es decir, el MP-TRG debe integrar medios tradicionales y digitales, procesos creativos y técnicos, pensamiento conceptual y representación gráfica, y principalmente aprendizaje individual y colaborativo. Además de que esta integración sea a lo largo del proceso de aprendizaje y no solo en el resultado final, precisamente por sus bondades cualitativas.

La teoría del aprendizaje significativo permitió interpretar que el aprendizaje es un proceso mediante el cual el estudiante construye conocimiento nuevo a partir de experiencias previas. Bajo esta línea, el uso de tecnologías inmersivas como la RV y la RA permitió a los estudiantes asimilar conceptos abstractos en una experiencia virtual inmersiva, logrando que el contenido fuera funcional y comprensible más allá de la memorización. Así pues, el diseño del modelo, fundamentado en el enfoque constructivista y estructurado a partir del ABP, proporcionó una estructura organizada para incorporar tecnologías de manera curricular y no como implementaciones aisladas, lo que permitió a los estudiantes orientar el uso de herramientas digitales hacia objetivos de aprendizaje específicos.

La versión final del MP-TRG pretende funcionar como un marco pedagógico que favorezca la interacción entre diversas formas de pensar y desarrollar proyectos arquitectónicos con apoyo de uno de sus ejes principales: la representación gráfica, integrando tecnologías digitales y manuales con los procesos creativos, lo que significa que las TRG deben incorporarse desde la fase conceptual y no sólo en la etapa esquemática, o en la fase final de difusión del proyecto.

Para optimizar el uso del MP-TRG, futuras implementaciones podrían enfocarse en garantizar la accesibilidad tecnológica, mantener un enfoque en el proceso mediante estrategias de evaluación formativa constante y fortalecer la formación continua para docentes y estudiantes, abordando las habilidades digitales de manera estructurada y gradual desde etapas iniciales, complementando la creatividad fomentada por las técnicas manuales.

Resulta necesaria la creación de programas de capacitación docente continua que no solo sean técnicos, sino también pedagógicos. Asimismo, incentivar al cuerpo docente a explorar nuevas herramientas para lograr esta transición tan necesaria en los talleres tradicionales de arquitectura.

Otro aspecto relevante es que, aunque la investigación se centró en la utilización de RV y RA, los estudiantes mostraron interés en las herramientas impulsadas por la inteligencia artificial (IA). Dada esta condición, se visualizó el diseño del MP-TRG como un modelo flexible que puede evolucionar hacia la integración de sistemas de IA generativa como apoyo desde los primeros semestres. Asimismo, con el sistema BIM, del cual los estudiantes mostraron poco conocimiento. Estas herramientas constituyen un importante recurso para la formación de estudiantes universitarios preparados para un mercado laboral globalizado y en acelerado desarrollo respecto de estas tecnologías.

Como limitaciones de la investigación, cabe mencionar que se trató de un estudio transversal dirigido hacia un sector de formación inicial en la carrera, por lo que como investigaciones futuras se recomienda realizar un estudio longitudinal que proporcione seguimiento a los estudiantes hasta semestres terminales, esto permitiría comprobar si a largo plazo, la mejora cualitativa en la comprensión tridimensional observada se traduce en una ventaja competitiva y en que las habilidades adquiridas puedan contribuir a que más estudiantes alcancen niveles de aprendizaje más equilibrados.

El MP-TRG diseñado es pertinente para la Educación Superior en Arquitectura, ya que aborda la necesidad de integrar estrategias pedagógicas contemporáneas con tecnologías emergentes. El valor del modelo radica en su capacidad para transformar cualitativamente el proceso de aprendizaje, promoviendo el desarrollo de competencias profundas y la comprensión de los contenidos, lo cual es fundamental para el diseño arquitectónico.

Esta investigación aporta una ruta metodológica estructurada para la incorporación curricular de tecnologías, superando la improvisación en el aula.

Ofrece una referencia necesaria en el contexto latinoamericano sobre cómo confrontar el proceso tradicional con el digital. Además, valida el uso de la IBD como un método eficaz para generar conocimiento didáctico específico en la disciplina arquitectónica.

CAPÍTULO 8. REFERENCIAS

- Acampa, G., Crespo Cabillo, I., & Marino, G. (2019). Representación del dibujo frente a simulación de los sistemas BIM. Oportunidad o amenaza para la arquitectura. *ACE: Architecture, City and Environment*, 14(40), 111. <https://doi.org/10.5821/ace.14.40.6689>
- Arango Lozano, C. A., Rodríguez Serrano, C., Camelo Rusinque, C., Huertas Trujillo, M., Sánchez Peña, C., Sojo Gómez, J. R., & Quintero, J. (2019). Centennials: generación sin etiquetas. Bogotá: *Universidad Jorge Tadeo Lozano y Sancho*.
- Ayala Álvarez, F. J. (2017). *La enseñanza de la expresión gráfica mediante la visualización de modelos tridimensionales* [Http://purl.org/dc/dcmitype/Text, Universidad de Córdoba (ESP)]. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=114944>
- Bailey-Ross, C., Andrews, M., Al Hasan, M. S., & Haestier, A. (2022). Virtual Learning Environments in Hong Kong and the Digital Design Studio: When Needs Must. En M. G. Jamil & D. A. Morley (Eds.), *Agile Learning Environments amid Disruption: Evaluating Academic Innovations in Higher Education during COVID-19* (pp. 547–564). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-92979-4_34
- Barney, B. (2011). Arquitectura: arte y técnica, práctica y enseñanza. *Revista Hito*, 25, 45-52
- Bashabsheh, A. K., Alzoubi, H. H., & Ali, M. Z. (2019). The application of virtual reality technology in architectural pedagogy for building constructions. *Alexandria Engineering Journal*, 58(2), 713–723. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2019.06.002>
- Benner, J., & McArthur, J. J. (2019). Data-Driven Design as a Vehicle for BIM and Sustainability Education. *Buildings (Basel)*, 9(5), 103. <https://doi.org/10.3390/buildings9050103>

- Boumaraf, H., & Inceoğlu, M. (2020). Integrating 3D Printing Technologies into Architectural Education as Design Tools. *Emerging science journal*, 4(2), 73–81. <https://doi.org/10.28991/esj-2020-01211>
- Cantú Hinojosa, I. L. (2009). El Modelo para la Conceptualización del Diseño Arquitectónico (MCDA) presente en los mejores estudiantes de arquitectura y diseño industrial. Estudio longitudinal del 2004 al 2006. *Nova Scientia*, 2(3), 121-150. <https://www.redalyc.org/pdf/2033/203314886008.pdf>
- 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.
- Castañó, J. E., Bernal, M. E., Cardona, D. A., & Ramírez, I. C. (2005). La Enseñanza De La Arquitectura. Una Mirada Crítica. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia)*, 1(1), 125–147.
- Ching, F. D. K., & Castán, S. (2010). *Arquitectura: Forma, espacio y orden* (3^a ed.). Gustavo Gili.
- Chumpitaz Requena, F. (2020). Inteligencia artificial y/o el arquitecto. *Limaq*, 006, 129–140. <https://doi.org/10.26439/limaq2020.n006.4820>
- Danilina, N. V., & Harder, R. (2020). "Mobility game": Interactive technology for urban planning education. *IOP conference series. Materials Science and Engineering*, 775(1), 12009. 10.1088/1757-899X/775/1/012009
- de Benito Crosetti, B., & Salinas Ibáñez, J. M. (2016). La Investigación Basada en Diseño en Tecnología Educativa. *RiiTE Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*. 10.6018/riite2016/260631
- Díaz-Barriga, F., & Hernández, G. (2004). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo* (2^a ed.). McGraw-Hill.
- Djabarouti, J., & O'Flaherty, C. (2019). Experiential learning with building craft in the architectural design studio: A pilot study exploring its implications for built heritage in the UK. *Thinking Skills and Creativity*, 32, 102–113. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2019.05.003>

- Eggen, P. D., & Kauchak D. P. (2009). *Estrategias Docentes: Enseñanza de contenidos curriculares y desarrollo de habilidades de pensamiento* (3ª ed.). Fondo de Cultura Económica.
- El-Latif, M. A., Al-Hagla, K. S., & Hasan, A. (2020). Overview on the criticism process in architecture pedagogy. *Alexandria Engineering Journal*, 59(2), 753–762. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2020.01.019>
- Eldardiry, D. H., & Elmoghazy, Z. A. (2018). The impact of the internet on students' enhancement of cultural aspects in design projects: A case study on interior design graduation projects, University of Dammam, Saudi Arabia. *International Journal of Technology and Design Education*, 28(1), 287–302. <https://doi.org/10.1007/s10798-016-9388-6>
- Erazo, E. D., & Sánchez, P. (2013). Incidencia de medios de expresión digital en formación de arquitectos y arquitectas. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 11(2), 769-781. [10.11600/1692715x.11221170912](https://doi.org/10.11600/1692715x.11221170912)
- Espinar Álava, E. M., Viguera Moreno, J. A., Espinar Álava, E. M., & Viguera Moreno, J. A. (2020). El aprendizaje experiencial y su impacto en la educación actual. *Revista Cubana de Educación Superior*, 39(3). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0257-43142020000300012&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Flick, U. (2014), *An introduction to qualitative research* (5ª ed.). SAGE Publications.
- Fontana-Cabezas, J., Pereyra-Bonifacio, P., Piñeyro-Rodríguez, M., & Chocca-Bosio, C. (2024). Diseño paramétrico y fabricación digital de estructuras plegadas con formas complejas en Uruguay. *Legado De Arquitectura Y Diseño*, 19(36), 123-132. <https://doi.org/10.36677/legado.v19i36.22441>
- Fromm, J., Radianti, J., Wehking, C., Stieglitz, S., Majchrzak, T. A., & 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. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2021.100804>

- Gleason Rodríguez, M. A., & Rubio, J. E. (2020). Implementación del aprendizaje experiencial en la universidad, sus beneficios en el alumnado y el rol docente. *Revista Educación*, 264–282. <https://doi.org/10.15517/revedu.v44i2.40197>
- Guillen, F., & Elida, D. (2019). Investigación cualitativa: Método fenomenológico hermenéutico. *Propósitos y Representaciones*, 7(1), 201–229. <https://doi.org/10.20511/pyr2019.v7n1.267>
- Guisasola, J., Ametller, J., & Zuza, K. (2021). Investigación basada en el diseño de Secuencias de Enseñanza-Aprendizaje: Una línea de investigación emergente en Enseñanza de las Ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(1), 1–18. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1801
- Guitart, M. E. (2011). Del “Aprendizaje Basado En Problemas” (ABP) al “Aprendizaje Basado En La Acción” (ABA). Claves para su complementariedad e implementación. *REDU. Revista de Docencia Universitaria*, 9(1), Article 1. <https://doi.org/10.4995/redu.2011.6182>
- Hajirasouli, A., & 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. <https://doi.org/10.1186/s41239-022-00343-9>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ta.). McGraw Hill Interamericana.
- Hossain, S. T., & 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. [10.1016/j.ssaho.2022.100301](https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2022.100301)
- Iranmanesh, A., & Onur, Z. (2021). Mandatory Virtual Design Studio for All: Exploring the Transformations of Architectural Education amidst the Global Pandemic. *The international journal of art & design education*, 40(1), 251–267. <https://doi.org/10.1111/jade.12350>

- Kharvari, F., & Kaiser, L. E. (2022). Impact of extended reality on architectural education and the design process. *Automation in Construction*, 141, 104393. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2022.104393>
- Koutsoumpou, L. (2021). Stop Motion: Being Precise About the Uncertainty of the Design Process in Architectural Education. En D. S. P. Gederá & A. Zalipour (Eds.), *Video Pedagogy: Theory and Practice* (pp. 83–102). Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-33-4009-1_5
- Krüger, J. M., Palzer, K., & Bodemer, D. (2022). Learning with augmented reality: Impact of dimensionality and spatial abilities. *Computers and Education Open*, 3, 100065. <https://doi.org/10.1016/j.caeo.2021.100065>
- Kuz, D. C. A. (2020). Análisis de usabilidad de un entorno virtual de enseñanza-aprendizaje universitario durante la pandemia, 5(2). <https://tededu.uho.edu.cu/>
- Kvale, S. (2007), *Doing Interviews*, SAGE Publications.
- Lee, S., Choi, B., Maia, C. C., Park, J., Youm, S. H., & Lee, S. (2021). Integrating simulation into design: An experiment in pedagogical environments. *International journal of technology and design education*, 32(4), 2257–2277. <https://doi.org/10.1007/s10798-021-09682-6>
- Luy-Montejo, C. (2019). El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en el desarrollo de la inteligencia emocional de estudiantes universitarios. *Propósitos y Representaciones*, 7(2), 353–383. <https://doi.org/10.20511/pyr2019.v7n2.288>
- Mahmoud Ali, S. (2020). The Role of Visualization Software in Architectural., 5(24), 26-43. [10.21608/mjaf.2020.23435.1496](https://doi.org/10.21608/mjaf.2020.23435.1496)
- Mahmoud Saleh, M., Abdelkader, M., & Sadek Hosny, S. (2022). Architectural education challenges and opportunities in a post-pandemic digital age. *Ain Shams Engineering Journal*, 102027. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2022.102027>
- Martínez-Esquivel, C. K., Delgado-Hernández, R. D., & Sotelo-Ahumada, H. M. (2020). El impacto de nuevas tendencias digitales en el diseño arquitectónico

- del área metropolitana de Monterrey. *Vinculatégica EFAN*, 6(2), 1679-1691.
<https://doi.org/10.29105/vtga6.2-677>
- Martínez García, C., Castro Escalante, C., & Nieto Mendoza, I. (2021). Educación y tecnología: Actitud, conocimiento y el uso de las TIC en universitarios barranquilleros de la Facultad de Arquitectura. *Dictamen Libre*, 28. 10.18041/2619-4244/dl.28.7292
- Martínez Osorio, P. A. (2013). El proyecto arquitectónico como un problema de investigación. *Revista de Arquitectura*, 15(1), 54–61.
<https://doi.org/10.14718/RevArq.2013.15.1.6>
- Mirete, A. B. R., García, F. A. S., & Hernández, F. P. (2015). Cuestionario para el estudio de la actitud, el conocimiento y el uso de TIC (ACUTIC) en Educación Superior. Estudio de fiabilidad y validez. *RIFOP: Revista interuniversitaria de formación del profesorado: continuación de la antigua Revista de Escuelas Normales*, 29(83), 75–89.
- Mondragón-del-Angel, L. A., & Canchola-Magdaleno, S. L. (2023a). Análisis de la educación arquitectónica y su relación con la tecnología: una Cartografía conceptual. En A. Escudero-Nahón & R. Palacios-Díaz (Coords.), *Horizontes de la transformación digital* (pp. 174-196). Editorial Transdigital.
<https://doi.org/10.56162/transdigitalb18>
- Mondragón-del-Angel, L. A., & Canchola-Magdaleno, S. L. (2023b). Competencias tecnológicas de estudiantes de arquitectura de Querétaro, México. *Advances in Building Education*, 7(1), 9-20. <https://doi.org/10.20868/abe.2023.1.5084>
- Mondragón-del-Ángel, L. A., Escudero-Nahón, A., & Canchola-Magdaleno, S. L. (2022). Criteria for the incorporation of software in architectural education. *Advances in Building Education*, 6(3), Article 3.
<https://doi.org/10.20868/abe.2022.3.5027>
- Navarro, I., & Fonseca, D. (2017). Nuevas tecnologías de visualización para mejorar la representación de arquitectura en la educación. *ACE: Architecture, City and Environment*, 12(34), 219–238. <https://doi.org/10.5821/ace.12.34.5290>

- Ortiz Granja, D. (2015). El constructivismo como teoría y método de enseñanza. *Sophía*, 19, Article 19. <https://doi.org/10.17163/soph.n19.2015.04>
- Pachón, G. D. C., & Reyes, H. V. (2011). Sobre modelos pedagógicos y el aprendizaje del proyecto arquitectónico. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 13, 80–91.
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., Alonso-Fernández, S. (2021). Declaración PRISMA 2020: Una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista Española de Cardiología*, 74(9), 790–799. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2021.06.016>
- Pérez-Tejada, H. E. (2008). *Estadísticas para las ciencias sociales del comportamiento y de la salud* (3ª ed.). Cengage Learning Editores, S.A. de C.V.
- Plazola Cisneros, A., (1994). *Enciclopedia de Arquitectura Plazola, Tomo 1*. Plazola Editores
- Plazola Cisneros, A., (2001). *Enciclopedia de Arquitectura Plazola, Tomo 9*. Plazola Editores
- Plazola Cisneros, A., (2008). *Enciclopedia de Arquitectura Plazola, Tomo 4*. (2ª ed.). Plazola Editores
- Polo Garzón, Carolina., Chilito Erika, Ammy y Tálaga, Andrés Fabián. (2022). Propuesta de categorías de análisis del rendimiento académico de los estudiantes universitarios de arquitectura. *Boletín Redipe*, 11(4), 197–213.
- Ramírez Sánchez, C. (2014). El Aprendizaje Basado en Problemas: Estrategia didáctica que fortalece el pensamiento creativo. *Papeles: Revista especializada de la Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad Antonio Nariño.*, 6(11), 61–71.
- Redondo, E., Fonseca, D., Giménez, L., Santana, G., & Navarro, I. (2012). Alfabetización digital para la enseñanza de la arquitectura. Un estudio de caso. *Arquitectura Revista*, 8(1), 76-87. [10.4013/arq.2012.81.08](https://doi.org/10.4013/arq.2012.81.08)

- Redyantanu, B. P., & Asri, A. (2021). Impact of simple virtual technology application in architectural education. *Dimensi (Surabaya)*, 48(2), 87–96. <https://doi.org/10.9744/dimensi.48.2.87-96>
- Rengifo Espinosa, C. A., Torres Cuadrado, E. M., Anaya González, J. R., Rocha Álvarez, D. E., Machado Penso, M., & Navas de la Cruz, O. A. (2021). Aplicativo de realidad virtual inmersiva para el aprendizaje de la composición volumétrica en el diseño arquitectónico. *ACE: Architecture, City and Environment*, 16(46). <https://doi.org/10.5821/ace.16.46.9633>
- Reyes, C. E. G., Bernal, I. A. M., & Uran, A. P. U. (2022). La competencia digital docente que define al profesor humanista del siglo XXI. *Transdigital*, 3(6), Article 6. <https://doi.org/10.56162/transdigital136>
- Roldán-García, A. F. & Escandón-Suárez, P. A. (2022). Cartografía de medios de representación arquitectónica en relación con resultados de aprendizaje. Caso de estudio: Programa de Arquitectura, Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales. *Kepes*, 19(26), Article 26. <https://doi.org/10.17151/kepes.2022.19.26.21>
- Şahbaz, E. (2020). VR-Based Interactive Learning in Architectural Education: A Case on Safranbolu Historical Bathhouse. *Iconarp international journal architecture and planning*, 8(1), 342–356. 10.15320/ICONARP.2020.116
- Santos, B., Gonçalves, J., Martins, A. M., Pérez-Cano, M. T., Eduardo Mosquera-Adell, Dimelli, D., Lagarias, A., & Almeida, P. G. (2021). GIS in Architectural Teaching and Research: Planning and Heritage. *Education sciences*, 11(6), 307. <https://doi.org/10.3390/educsci11060307>
- Saorín, J. L., Meier, C., De la Torre-Cantero, J., Carbonell-Carrera, C., Melián-Díaz, D., & Bonnet de León, A. (2017). Competencia Digital: Uso y manejo de modelos 3D tridimensionales digitales e impresos en 3D. *EDMETIC*, 6(2), 27. 10.21071/edmetic. v6i2.6187
- Schunk, D. (2012). Teorías del aprendizaje: una perspectiva educativa. Editorial Pearson.

- Singery, M. (2023). The Missing Link in Architectural Pedagogy: Net Zero Energy Building (NZEB). En A. Sayigh (Ed.), *Towards Net Zero Carbon Emissions in the Building Industry* (pp. 283–291). https://doi.org/10.1007/978-3-031-15218-4_14
- 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.
<https://doi.org/10.1016/j.aej.2019.05.016>
- Succar, B. (2009). Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. *Automation in construction*, 18(3), 357-375.
- Taimur, S., & Onuki, M. (2022). Design thinking as digital transformative pedagogy in higher sustainability education: Cases from Japan and Germany. *International Journal of Educational Research*, 114, 101994.
<https://doi.org/10.1016/j.ijer.2022.101994>
- Treacy, G. (2019). Out of “touch”? – An experiential pedagogical approach to daylighting in architecture and interior design education. *SHS Web of Conferences*, 64, 2010. <https://doi.org/10.1051/shsconf/20196402010>
- Universidad Autónoma de Querétaro. (2019). *Reestructuración y cambio de nomenclatura de la Licenciatura en Arquitectura*. [Archivo PDF].
- Universidad de Guadalajara (2018). La expresión y la representación como lenguaje del diseño (1.ª ed.). Grupo editorial: Universidad de Guadalajara - Publicado en asociación con: Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño (CUAAD). <https://editorial.udg.mx/gpd-la-expresion-y-la-representacion-como-lenguaje-del-diseno.html>
- von Richthofen, A., Knecht, K., Miao, Y., & König, R. (2018). The ‘Urban Elements’ method for teaching parametric urban design to professionals. *Frontiers of architectural research*, 7(4), 573–587.
<https://doi.org/10.1016/j.foar.2018.08.002>

Yarin, Y., & Chinchay, H. E. G. (2023). La realidad virtual y su efecto en la habilidad espacial: Un caso de estudio enfocado en la enseñanza de la geometría descriptiva. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 23(73), Article 73. <https://doi.org/10.6018/red.540091>

CAPÍTULO 9. ANEXOS

Anexo 1. Cuestionario ACUTIC versión adaptada

El cuestionario consta de 26 preguntas sobre actitudes, conocimiento, uso y acceso que se realiza de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en el ámbito educativo. Encontrará una lista de afirmaciones a las que deberá responder según su criterio, conocimiento o dominio. Es importante que responda a todas las preguntas con su opinión personal.

Modo de responder: Para cada dimensión se incluye una escala de valoración. Rellene el cuestionario marcando la opción con la que mejor se identifique.

Recuerde: Por favor responda a todas las preguntas. La información que nos facilite será más completa y se tratará confidencialmente.

Nombre del participante:

Edad:

Área: Actitudes ante el uso de las TIC

1. Las TIC fomentan la implicación en los procesos de enseñanza y aprendizaje.
 - ☐ Totalmente de acuerdo
 - ☐ De acuerdo
 - ☐ Indiferente
 - ☐ En desacuerdo
 - ☐ Totalmente en desacuerdo
2. Los profesores deben utilizar las TIC para mejorar la calidad de los procesos de aprendizaje.
 - ☐ Totalmente de acuerdo
 - ☐ De acuerdo
 - ☐ Indiferente
 - ☐ En desacuerdo
 - ☐ Totalmente en desacuerdo
3. Es imprescindible incorporar las TIC en las aulas universitarias.
 - ☐ Totalmente de acuerdo
 - ☐ De acuerdo
 - ☐ Indiferente
 - ☐ En desacuerdo
 - ☐ Totalmente en desacuerdo
4. Las clases mejoran a medida que se van incorporando las TIC.
 - ☐ Totalmente de acuerdo
 - ☐ De acuerdo
 - ☐ Indiferente
 - ☐ En desacuerdo
 - ☐ Totalmente en desacuerdo
5. Las TIC facilitan el desarrollo de las clases.
 - ☐ Totalmente de acuerdo
 - ☐ De acuerdo
 - ☐ Indiferente
 - ☐ En desacuerdo
 - ☐ Totalmente en desacuerdo
6. Las TIC permiten la consecución de las competencias.
 - ☐ Totalmente de acuerdo
 - ☐ De acuerdo
 - ☐ Indiferente
 - ☐ En desacuerdo
 - ☐ Totalmente en desacuerdo
7. Las TIC proporcionan flexibilidad de espacio y tiempo para la comunicación entre los miembros de la comunidad educativa.
 - ☐ Totalmente de acuerdo
 - ☐ De acuerdo
 - ☐ Indiferente
 - ☐ En desacuerdo
 - ☐ Totalmente en desacuerdo

Área: Conocimiento y uso de las TIC

Identifique el nivel de conocimiento que posee de las siguientes tecnologías.

Identifique el uso que realiza de las siguientes tecnologías.

8. Herramientas de usuario y programas básicos del tipo Word, Power Point, Excel, etc.

	Ninguno	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
Nivel de conocimiento	☐	☐	☐	☐	☐
Uso que realiza	☐	☐	☐	☐	☐

9. Buscadores de información en red del tipo Google, Yahoo, Bing, Lycos, etc.

	Ninguno	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
Nivel de conocimiento	☐	☐	☐	☐	☐
Uso que realiza	☐	☐	☐	☐	☐

10. Sistemas de comunicación. Por ejemplo, el correo electrónico, foro, chat, videoconferencia, WhatsApp, etc.

	Ninguno	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
Nivel de conocimiento	☐	☐	☐	☐	☐
Uso que realiza	☐	☐	☐	☐	☐

11. Bibliotecas y bases de datos digitales.

	Ninguno	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
Nivel de conocimiento	☐	☐	☐	☐	☐
Uso que realiza	☐	☐	☐	☐	☐

12. Herramientas 2.0. Por ejemplo, YouTube, Slideshare, Picasa, Flickr, Blogger, Wikispaces, etc.

	Ninguno	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
Nivel de conocimiento	☐	☐	☐	☐	☐
Uso que realiza	☐	☐	☐	☐	☐

13. Espacios de interacción social, del tipo Facebook, Pinterest, Instagram, etc.

	Ninguno	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
Nivel de conocimiento	☐	☐	☐	☐	☐
Uso que realiza	☐	☐	☐	☐	☐

14. Programas para la edición de imagen, audio y vídeo como Windows Movie Maker, Photoshop, Audacity, Power Sound Editor, iMovie, etc.

	Ninguno	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
Nivel de conocimiento	☐	☐	☐	☐	☐
Uso que realiza	☐	☐	☐	☐	☐

15. Plataformas virtuales de enseñanza-aprendizaje, por ejemplo, Classroom, Moodle, Suma, etc.

	Ninguno	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
Nivel de conocimiento	☐	☐	☐	☐	☐
Uso que realiza	☐	☐	☐	☐	☐

16. Programas para el análisis de datos, como SPSS, Mystal, Nud.ist, Atlas. ti, etc.

	Ninguno	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
Nivel de conocimiento	☐	☐	☐	☐	☐
Uso que realiza	☐	☐	☐	☐	☐

17. Recursos educativos en red, como pueden ser traductores, cursos, podcast, repositorios de objetos de aprendizaje, etc.

	Ninguno	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
Nivel de conocimiento	☐	☐	☐	☐	☐
Uso que realiza	☐	☐	☐	☐	☐

18. Creación de materiales virtuales y recursos en red para la enseñanza y el aprendizaje como el portafolios electrónico, Web didáctica, Wikis, videjuegos, etc.

	Ninguno	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
Nivel de conocimiento	☐	☐	☐	☐	☒
Uso que realiza	☐	☐	☐	☐	☐

19. Programas de dibujo y diseño como AutoCAD, Revit, Sketchup, etc.

	Ninguno	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
Nivel de conocimiento	☐	☐	☐	☐	☐
Uso que realiza	☐	☐	☐	☐	☐

Área: Acceso a las TIC

- 1 Nunca
- 2 En pocas ocasiones
- 3 A veces
- 4 Frecuentemente
- 5 Siempre

20. Acceso a internet por parte de su institución educativa.

	1	2	3	4	5	
Nunca	☐	☐	☐	☐	☐	Siempre

21. Utilización del centro de cómputo para realizar trabajos, tareas, actividades académicas, entre otros.

	1	2	3	4	5	
Nunca	☐	☐	☐	☐	☐	Siempre

22. Uso de teléfono móvil para actividades académicas como leer pdf, edición de textos tipo Word, búsqueda de información, etc.

	1	2	3	4	5	
Nunca	☐	☐	☐	☐	☐	Siempre

23. Cuenta con equipo de cómputo con internet en casa

- ☐ Si
- ☐ No
- ☐ Otra respuesta

24. Cuenta con computadora portátil

- ☐ Si
- ☐ No
- ☐ Otra respuesta

25. Posee teléfono móvil con cámara

- ☐ Si
- ☐ No
- ☐ Otra respuesta

26. ¿Qué otros recursos, herramientas y aplicaciones utiliza o le gustaría utilizar para la elaboración de sus trabajos, tareas y actividades académicas en general?

Anexo 2. Guión de entrevista aplicada a profesores de las asignaturas de comunicación

Ficha de información sobre la entrevista y el entrevistado		
Fecha de la entrevista:		
Asignatura de análisis:	Semestre:	Lugar de la entrevista:
Duración de la entrevista:	Hora de inicio – Hora de termino:	
Datos de los entrevistados		
Nombres del entrevistado (a):		
Presentación del entrevistador		
Preguntas		
Herramientas digitales		
1. ¿Cómo integra las herramientas digitales en el curso de (Nombre de la asignatura)?		
2. ¿Cómo elige las herramientas digitales adecuadas que utiliza para el curso de (Nombre de la asignatura)?		
3. ¿Qué consideraciones tiene en cuenta al seleccionar nuevas herramientas digitales para incorporar en sus clases de (Nombre de la asignatura)?		
Integración curricular		
4. ¿En qué cursos específicos o etapas del programa encuentra más apropiado introducir herramientas digitales?		
5. ¿Qué métodos de comunicación digital encuentra más efectivos para discutir y compartir representaciones gráficas?		
6. ¿Cómo equilibra el uso de técnicas tradicionales del curso de (Nombre de la asignatura) con la integración de herramientas digitales?		
7. ¿Podría proporcionar ejemplos de proyectos o actividades en los que los estudiantes utilicen herramientas digitales en el curso de (Nombre de la asignatura)?		
8. ¿Tiene algún enfoque específico de enseñanza para integrar las herramientas digitales en el curso de (Nombre de la asignatura)?		
Métodos y estrategias de enseñanza aprendizaje		
9. Mencione algún ejemplo de cómo ha combinado técnicas tradicionales y digitales en sus proyectos o actividades del curso de (Nombre de la asignatura).		
10. ¿Tiene algún plan para mejorar o ajustar la forma en que utiliza herramientas digitales en el curso de (Nombre de la asignatura)? Si es así, ¿Cuál sería?		
Evaluación e impacto		
11. ¿Cómo evalúa el aprendizaje de los estudiantes en el curso de (Nombre de la asignatura)?		
12. ¿Cómo evalúa el aprendizaje de los estudiantes en relación con el uso de herramientas digitales en el curso de (Nombre de la asignatura)?		
13. ¿Cómo cree que el dominio tanto del diseño a mano como de las herramientas digitales prepararán a los estudiantes para su futura carrera como arquitecto/a?		
14. ¿Qué beneficios ha notado que obtienen los estudiantes al utilizar herramientas digitales en sus clases de (Nombre de la asignatura)?		
Percepción y perspectivas		
15. ¿Podría mencionar algún software específico que considere fundamental en la enseñanza de la Arquitectura? ¿Por qué?		
16. ¿Cómo cree que evolucionará la integración de herramientas digitales en la educación arquitectónica en el futuro?		
17. ¿Cuál es su opinión general sobre la incorporación de herramientas digitales en la educación arquitectónica?		
Desarrollo profesional		
18. ¿Cómo se mantiene actualizado sobre nuevas herramientas digitales y enfoques pedagógicos para la enseñanza de la Arquitectura?		
Comentarios		
19. ¿Le gustaría agregar algún comentario adicional o reflexión sobre este tema?		
Palabras de cierre y agradecimiento		

Anexo 3. Guión de entrevista aplicada a estudiantes de las asignaturas de comunicación

Ficha de información sobre la entrevista y el entrevistado		
Fecha de la entrevista:		
Asignatura de análisis:	Semestre:	Lugar de la entrevista:
Duración de la entrevista:	Hora de inicio – Hora de término:	
Datos de los entrevistados		
Nombres de los entrevistados:		
Presentación del entrevistador		
Preguntas		
Herramientas digitales		
1. ¿Elige las herramientas digitales adecuadas que utiliza para el curso de (Nombre de la asignatura)?		
2. ¿Qué consideraciones tiene en cuenta al seleccionar nuevas herramientas digitales para incorporar en sus clases de (Nombre de la asignatura)?		
Integración curricular		
3. ¿En qué cursos específicos o etapas del programa encuentra más apropiado introducir herramientas digitales?		
4. ¿Qué métodos de comunicación digital encuentra más efectivos para discutir y compartir representaciones gráficas?		
5. ¿Cómo equilibra el uso de técnicas tradicionales del curso de (Nombre de la asignatura) con la integración de herramientas digitales?		
Métodos y estrategias de enseñanza aprendizaje		
6. Mencione algún ejemplo de cómo ha combinado técnicas tradicionales y digitales en sus proyectos de la carrera.		
7. ¿Tiene algún plan para mejorar o ajustar la forma en que utiliza herramientas digitales en alguna asignatura en específico? Si es así, en cuál (es) asignatura(s)		
Evaluación e impacto		
8. ¿Cómo cree que el dominio tanto del diseño a mano como de las herramientas digitales le prepararán para su futura carrera como arquitecto/a?		
9. ¿Qué beneficios ha notado que obtiene al utilizar herramientas digitales en sus clases de (Nombre de la asignatura)?		
Percepción y perspectivas		
10. ¿Podría mencionar algún software específico que considere fundamental en la enseñanza de la Arquitectura? ¿Por qué?		
11. ¿Cómo cree que evolucionará la integración de herramientas digitales en la educación arquitectónica en el futuro?		
12. ¿Cuál es su opinión general sobre la incorporación de herramientas digitales en la educación arquitectónica?		
Desarrollo profesional		
13. ¿Cómo se mantiene actualizado sobre nuevas herramientas digitales y enfoques pedagógicos para la enseñanza de la Arquitectura?		
Comentarios		
14. ¿Le gustaría agregar algún comentario adicional o reflexión sobre este tema?		
Palabras de cierre y agradecimiento		

Anexo 4. Cuestionario aplicado a profesores y estudiantes de las asignaturas de comunicación

Cuestionario de métodos de enseñanza-aprendizaje y herramientas digitales en arquitectura

Bienvenido/a a este cuestionario.

Su participación es fundamental para nuestra investigación. Este cuestionario permitirá explorar los criterios y condiciones del contexto actual de la incorporación de tecnologías en las asignaturas del área de comunicación del programa de la Licenciatura en Arquitectura de la Universidad Autónoma de Querétaro.

Por favor, lea cuidadosamente cada pregunta y proporcione una respuesta, no hay respuestas correctas o incorrectas, su opinión y sus experiencias son valiosas. No hay una longitud específica requerida para sus respuestas, pero trate de ser lo más claro y completo posible. Su opinión y sus comentarios son importantes para nosotros, responda con honestidad y sinceridad.

Agradecemos su participación en este estudio. Sus respuestas son valiosas y contribuyen al avance de nuestra investigación.

Datos generales

Nombre completo

Edad

Sexo con el que se identifica

Preguntas dirigidas a los estudiantes	Preguntas dirigidas a los profesores
Herramientas digitales 1. ¿Qué tipo de herramientas digitales utiliza en sus clases de (Nombre de la asignatura)? a) Software de diseño: <i>AutoCAD, Revit, Sketchup</i> , etc. b) Educativas: <i>Power Point, Canva, Padlet, Classroom, Moodle</i> , Videos etc. c) De comunicación e interacción: <i>Facebook, Zoom, Google Meet</i> , etc. d) Análisis de datos: Bases de datos especializadas, motores de búsqueda. e) Otra _____ 2. ¿Cómo aprendió a utilizar estas herramientas digitales? a) Recibí capacitación formal en la escuela. b) De manera autodidacta c) Otra _____ 3. ¿Ha enfrentado algún desafío al utilizar herramientas digitales en sus clases de (Nombre de la asignatura)? a) Sí b) No c) Tal vez d) Otra _____ Si su respuesta anterior fue sí, ¿Cómo ha superado esos desafíos?	Herramientas digitales 1. ¿Qué tipo de herramientas digitales utiliza en sus clases de (Nombre de la asignatura)? a) Software de diseño: <i>AutoCAD, Revit, Sketchup</i> , etc. b) Educativas: <i>Power Point, Canva, Padlet, Classroom, Moodle</i> , Videos etc. c) De comunicación e interacción: <i>Facebook, Zoom, Google Meet</i> , etc. d) Análisis de datos: Bases de datos especializadas, motores de búsqueda. e) Otra _____ 2. ¿Ha enfrentado algún desafío al utilizar herramientas digitales en sus clases de (Nombre de la asignatura)? a) Sí b) No c) Tal vez d) Otra _____ Si su respuesta anterior fue sí, ¿Cómo ha superado esos desafíos?
Integración curricular 4. ¿Qué tipo de representación prefiere? a) Representación gráfica tradicional b) Representación gráfica digital c) Otra _____ 5. ¿A qué se debe su elección anterior? 6. ¿En qué tipo de trabajos utiliza con mayor frecuencia las herramientas digitales de representación gráfica?	Integración curricular 3. ¿Qué tipo de representación prefiere? a) Representación gráfica tradicional b) Representación gráfica digital c) Otra _____ 4. ¿A qué se debe su elección anterior? 5. ¿En qué tipo de trabajos incorpora con mayor frecuencia las herramientas digitales de representación gráfica?

a) Elaboración de planos b) Realización de renders c) Para realizar modelos 3D d) Elaboración de bocetos y croquis e) Otra _____	a) Elaboración de planos b) Realización de renders c) Para realizar modelos 3D d) Elaboración de bocetos y croquis e) Otra _____
7. ¿Cree que las herramientas digitales han mejorado la calidad y precisión de sus trabajos? a) Sí b) No c) Tal vez d) Otra _____	6. ¿Cree que las herramientas digitales han mejorado la calidad y precisión de los trabajos de los estudiantes? a) Sí b) No c) Tal vez d) Otra _____
Métodos y estrategias de aprendizaje 8. ¿Cree que su programa académico promueve suficientemente tanto el diseño a mano como el uso de herramientas digitales? a) Sí b) No c) Tal vez d) Otra _____	Métodos y estrategias de aprendizaje 7. ¿Cree que su programa académico promueve suficientemente tanto el diseño a mano como el uso de herramientas digitales? a) Sí b) No c) Tal vez d) Otra _____ 8. ¿Ofrece oportunidades de formación a sus estudiantes para que adquieran habilidades en herramientas digitales para el curso de (Nombre de la asignatura)? a) Sí b) No c) Tal vez d) Otra _____ 9. ¿Qué enfoque de enseñanza utiliza para sus clases de (Nombre de la asignatura)? a) Aprendizaje basado en problemas b) Aprendizaje basado en proyectos c) Aprendizaje experiencial d) Aprendizaje por competencias e) Otra _____
Evaluación e impacto 9. ¿Cree que el dominio de herramientas digitales es esencial para una exitosa carrera en Arquitectura en la actualidad? e) Sí f) No g) Tal vez h) Otra _____ 10. ¿Considera que dominar estas herramientas requiere un tiempo significativo de práctica? a) Sí b) No c) Tal vez d) Otra _____	Evaluación e impacto 10. ¿Cree que el dominio de herramientas digitales es esencial para una exitosa carrera en Arquitectura en la actualidad? a) Sí b) No c) Tal vez d) Otra _____ 11. ¿Considera que dominar estas herramientas requiere un tiempo significativo de práctica? a) Sí b) No c) Tal vez d) Otra _____
Percepción y perspectivas 11. ¿Cuáles son algunas de sus herramientas digitales para arquitectura favoritas para utilizar en sus clases de la carrera? a) AutoCAD b) Revit c) Sketchup d) Rhinoceros e) ArchiCAD f) Otra _____	Percepción y perspectivas 12. ¿Cuáles son algunas de sus herramientas digitales para arquitectura favoritas para utilizar en las clases que imparte y en su práctica profesional? a) AutoCAD b) Revit c) Sketchup d) Rhinoceros e) ArchiCAD f) Otra _____

-
- | | |
|---|---|
| <p>12. ¿Por qué las prefiere?</p> <p>13. ¿Cuáles son algunos de sus dispositivos digitales favoritos para utilizar en sus clases de la carrera?</p> <ul style="list-style-type: none">a) Smartphoneb) Tabletc) Laptopd) Otra _____ <p>14. ¿Por qué los prefiere?</p> <p>15. ¿Sabe qué es la Realidad Virtual (RV)?</p> <ul style="list-style-type: none">a) Síb) Noc) Tal vezd) Otra _____ <p>16. ¿Sabe qué es la Realidad Aumentada (RA)?</p> <ul style="list-style-type: none">a) Síb) Noc) Tal vezd) Otra _____ <p>17. ¿Sabe qué es Building Information Modeling (BIM)?</p> <ul style="list-style-type: none">a) Síb) Noc) Tal vezd) Otra _____ <p>18. En el caso de que tenga conocimientos de RV, RA o BIM, ¿Ha utilizado o es usuario de algún software específico?</p> <ul style="list-style-type: none">a) Síb) Noc) Tal vezd) Otra _____ <p>¿Cuál software?</p> <p>19. ¿Cree que debería aprender a utilizar una aplicación de RV, RA o BIM?</p> <ul style="list-style-type: none">a) Síb) Noc) Tal vezd) Otra _____ <p>20. ¿Cree que en mediano plazo será usuario de RV, RA o BIM?</p> <ul style="list-style-type: none">a) Síb) Noc) Tal vezd) Otra _____ <p>21. ¿Le gustaría incluir RV, RA o BIM en su programa universitario?</p> <ul style="list-style-type: none">a) Síb) Noc) Tal vezd) Otra _____ | <p>13. ¿Por qué las prefiere?</p> <p>14. ¿Cuáles son algunos de sus dispositivos digitales favoritos para utilizar en las clases que imparte y en su práctica profesional?</p> <ul style="list-style-type: none">a) Smartphoneb) Tabletc) Laptopd) Otra _____ <p>15. ¿Por qué los prefiere?</p> <p>16. ¿Considera que en el curso de (Nombre de la asignatura) podría incorporar herramientas digitales de Realidad Virtual (RV)?</p> <ul style="list-style-type: none">a) Síb) Noc) Tal vezd) Otra _____ <p>17. ¿Considera que en el curso de (Nombre de la asignatura) podría incorporar herramientas digitales de Realidad Aumentada (RA)?</p> <ul style="list-style-type: none">a) Síb) Noc) Tal vezd) Otra _____ <p>18. ¿Considera que en el curso de (Nombre de la asignatura) podría incorporar herramientas digitales de Building Information Modeling (BIM)?</p> <ul style="list-style-type: none">a) Síb) Noc) Tal vezd) Otra _____ <p>19. En las clases que imparte o en su práctica profesional, ¿Ha utilizado o es usuario de algún software específico de RV, RA o BIM?</p> <ul style="list-style-type: none">a) Síb) Noc) Tal vezd) Otra _____ <p>¿Cuál software?</p> <p>20. ¿Cree que los estudiantes del curso de Dibujo técnico deberían aprender a utilizar una aplicación de RV, RA o BIM?</p> <ul style="list-style-type: none">a) Síb) Noc) Tal vezd) Otra _____ <p>21. ¿Cree que en mediano plazo los estudiantes serán usuarios de RV, RA o BIM?</p> <ul style="list-style-type: none">a) Síb) Noc) Tal vezd) Otra _____ <p>22. ¿Le gustaría incluir RV, RA o BIM en su programa universitario?</p> <ul style="list-style-type: none">a) Síb) Noc) Tal vezd) Otra _____ |
|---|---|
-

Desarrollo profesional 22. ¿Recibe capacitación o formación continua para mantener actualizadas sus habilidades en herramientas digitales? a) Sí, por cuenta propia b) Sí, por parte de la UAQ c) No d) Otra	Desarrollo profesional 23. ¿Recibe capacitación o formación continua para mantener actualizadas sus habilidades en herramientas digitales? a) Sí, por cuenta propia b) Sí, por parte de la UAQ c) No d) Otra
Comentarios 23. ¿Le gustaría agregar algún comentario adicional o reflexión sobre este tema?	Comentarios 24. ¿Le gustaría agregar algún comentario adicional o reflexión sobre este tema?

Anexo 5. Cuestionarios de usabilidad

Cuestionario 1. Valoración del uso de software en la Práctica 3. Impresión de plantillas para la maqueta

Fecha:

Nombre completo: _____

INDICACIONES: Lea cuidadosamente y responda con sinceridad. Subraye o marque con una X de acuerdo al tipo de pregunta.

El equipo que utilizó para la práctica fue:

- a) Computadora portátil personal propia
- b) Computadora portátil personal prestada
- c) Computadora de escritorio
- d) Equipo de cómputo de su institución educativa

El software AutoCAD que utilizó para la práctica fue:

- a) Una versión educativa
- b) Una versión con licencia oficial
- c) Una versión con licencia no oficial
- d) Una versión proporcionada en el equipo de cómputo de su institución educativa

Señale sus conocimientos previos de AutoCAD antes de la práctica:

- a) Fue la primera vez que utilicé el software
- b) He usado el software algunas veces por cuenta propia
- c) He usado el software en otras asignaturas
- d) Utilizo el software regularmente

Conocimiento previo de comandos

	Comandos	Lo conocía antes de la práctica	Lo conocí debido a la práctica	No lo conozco/ no lo he usado
1	DWGUNITS			
2	Línea			
3	Acotar			
4	Medir o distancia			
5	Rectángulo			
6	Escalar			
7	Rotar o girar			
8	Configuración de impresión en pantalla MODEL			

Conocimiento previo de temas

	Temas	Lo conocía antes del curso	Lo conocí debido al curso	No lo conozco
1	Tipos de uniones y ensambles para cartón estratificado			
2	Uso de plantillas como guía en la elaboración de maquetas			
3	Técnicas de construcción de un terreno			
4	Foamboard como material para la elaboración de maquetas			
5	Papel couche como material para la elaboración de maquetas			
6	Cartón corrugado como material para la elaboración de maquetas			
7	Cartulina opalina como material para la elaboración de maquetas			
8	Mica PVC como material para la elaboración de maquetas			

	Usabilidad de AutoCAD	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
1	El software es fácil de utilizar					
2	Si pudiera, usaría el software con mayor frecuencia					
3	Solicité ayuda para llevar a cabo las tareas solicitadas					
4	El software es fácil de usar para cualquier persona con capacidad de manejar una computadora					
5	Es necesario poseer conocimientos previos para efectuar las tareas requeridas					
6	El software es fácil de aprender y comprender					
7	Al volver a utilizar el software es fácil recordar los pasos a seguir					
8	El software tiene mensajes o instrucciones que son confusos a la hora de realizar una tarea					
9	El software es visualmente atractivo (combinación de colores, tamaños de letra, disposición de objetos, entre otros)					
10	Me siento a gusto con el uso del software					
	Metodología didáctica					
1	El contenido de la clase Impresión de plantillas para maqueta con AutoCAD fue útil					
2	La clase de la práctica me ayudó a comprender la escala y proporción de la generación de plantillas para maqueta arquitectónica					
3	El tiempo destinado a la explicación de la práctica fue suficiente					
4	El tiempo destinado a la realización de la práctica fue suficiente					
5	La utilización del programa AutoCAD me facilita la realización de la maqueta arquitectónica					

Cuestionario 2. Valoración del uso de software en la Práctica 5. Construcción del relieve de un terreno

Fecha: _____

Nombre completo: _____

INDICACIONES: Lea cuidadosamente y responda con sinceridad. **Subraye o marque con una X** de acuerdo al tipo de pregunta.

¿Realizó el ejercicio opcional de Realidad Virtual y Realidad Aumentada con 3D Warehouse Sketchup?

- a) Sí, completé el ejercicio y exploré nuevas experiencias.
- b) No, no tuve la oportunidad de realizar el ejercicio opcional.
- c) Sí, pero tuve dificultades técnicas y no pude completarlo.
- d) No, aunque estaba interesado/a, no pude encontrar el tiempo para realizarlo.
- e) Otra respuesta _____

El equipo que utilizó para la práctica con Sketchup y 3D Warehouse Sketchup fue:

- a) Computadora portátil personal propia
- b) Computadora portátil personal prestada
- c) Computadora de escritorio
- d) Equipo de cómputo de su institución educativa

El software Sketchup que utilizó para la práctica fue:

- e) Una versión educativa
- f) Una versión con licencia oficial
- g) Una versión con licencia no oficial
- h) Una versión proporcionada en el equipo de cómputo de su institución educativa

Señale sus conocimientos previos de Sketchup antes de la práctica:

- e) Fue la primera vez que utilicé el software
- f) He usado el software algunas veces por cuenta propia
- g) He usado el software en otras asignaturas
- h) Utilizo el software regularmente

Conocimiento previo de comandos/herramientas

	Comandos/Herramientas	Lo conocía antes de la práctica	Lo conocí debido a la práctica	No lo conozco/ no lo he usado
1	Importar			
2	Extruir/Empujar/Tirar			
3	Lápiz			
4	Crear componente			
5	3D Warehouse Sketchup			
6	Realidad Virtual con 3D Warehouse Sketchup			
7	Realidad Aumentada con 3D Warehouse Sketchup			

	Usabilidad de RV y RA con 3D Warehouse Sketchup	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
1	RV y RA con 3D Warehouse Sketchup es fácil de utilizar					
2	Si pudiera, usaría RV y RA con 3D Warehouse Sketchup con mayor frecuencia					
3	Solicité ayuda para llevar a cabo las tareas solicitadas					
4	RV y RA con 3D Warehouse Sketchup es fácil de usar para cualquier persona con capacidad de manejar una computadora					
5	Es necesario poseer conocimientos previos para efectuar las tareas requeridas					
6	RV y RA con 3D Warehouse Sketchup es fácil de aprender y comprender					
7	Al volver a utilizar RV y RA con 3D Warehouse Sketchup es fácil recordar los pasos a seguir					
8	RV y RA con 3D Warehouse Sketchup tiene mensajes o instrucciones que son confusos a la hora de realizar una tarea					
9	RV y RA con 3D Warehouse Sketchup es visualmente atractivo (combinación de colores, tamaños de letra, disposición de objetos, entre otros)					
10	Me siento a gusto con el uso de RV y RA con 3D Warehouse Sketchup					
	Metodología didáctica					
1	El contenido de la clase Construcción del relieve de un terreno con RV y RA de 3D Warehouse Sketchup fue útil					
2	La clase de la práctica me ayudó a comprender la escala y proporción para la construcción de una maqueta de terreno					
3	El tiempo destinado a la explicación de la práctica fue suficiente					
4	El tiempo destinado a la realización de la práctica fue suficiente					
5	La utilización de RV y RA con 3D Warehouse Sketchup me facilita la realización de la maqueta de terreno					

¿Tuvo algún problema para la realización de la práctica? ¿Cómo lo resolvió?

Comentarios y observaciones

Cuestionario 3. Práctica 5. Construcción del relieve de un terreno

Fecha: _____

Nombre completo: _____

INDICACIONES: Lea cuidadosamente y responda con sinceridad. Marque con una X.

	Metodología didáctica	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
1	El contenido de la clase Construcción del relieve de un terreno fue útil					
2	La clase de la práctica me ayudó a comprender la escala y proporción para la construcción de una maqueta de terreno					
3	El tiempo destinado a la explicación de la práctica fue suficiente					
4	El tiempo destinado a la realización de la práctica fue suficiente					
5	La utilización de las herramientas abordadas en la práctica me facilita la realización de la maqueta de terreno					

Anexo 6. Unidades y objetivos de aprendizaje

Unidad	Tema	Práctica	Objetivo
Unidad 1	Uniones y ensambles con foamboard	Práctica 1. Uniones y ensambles en cubos	Desarrollar habilidades prácticas y técnicas en el manejo de foamboard y cartón corrugado como material importante en la construcción de maquetas, con especial enfoque en las técnicas de uniones y ensambles replicables en otros tipos de cartón estratificado.
Unidad 1	Aplicación de uniones y ensambles en un volumen	Práctica 2. Maqueta volumétrica	Desarrollar la habilidad de interpretar volúmenes tridimensionales a partir de planos arquitectónicos llevando a cabo su construcción utilizando foamboard con las técnicas de uniones y ensambles aprendidos en clase, con el fin de crear maquetas que transmitan la esencia del diseño original.
Unidad 1	Aplicación de uniones y ensambles en un volumen	Práctica 3. Impresión de plantillas para la maqueta	Desarrollar competencias en el uso del software <i>AutoCAD</i> para la creación y adaptación de planos arquitectónicos, con el propósito de imprimirlos como plantillas funcionales que guíen la construcción de maquetas arquitectónicas.
Unidad 1	Aplicación de uniones y ensambles en un volumen	Práctica 4. Bases de cartón corrugado	Desarrollar habilidades prácticas en la elaboración de bases sólidas y funcionales utilizando cartón corrugado, que sirvan como soporte estable y adecuado para la presentación de maquetas arquitectónicas. Asimismo, integrar técnicas de manipulación, unión, ensamble y revestimiento de materiales para garantizar la calidad y la durabilidad de las bases.
Unidad 1	Maqueta conceptual	Práctica 5. Maqueta conceptual	Desarrollar habilidades prácticas en la representación tridimensional del proyecto arquitectónico en su fase conceptual, mediante la comprensión y aplicación de diversas técnicas de construcción manuales y digitales, utilizando la exploración y expresión creativa de las características del entorno de estudio.
Unidad 1	Maqueta conceptual	Práctica 5.1 construcción del relieve de un terreno	Desarrollar habilidades prácticas en la representación tridimensional del relieve de un terreno, a través de una comprensión práctica utilizando diversas técnicas de construcción mediante la exploración y expresión creativa de las características topográficas del entorno de estudio. Las técnicas construcción maciza, construcción hueca y modelaje libre permiten la creación de maquetas que reflejan la topografía y las características del terreno del proyecto.
Unidad 2	Maqueta de trabajo	Práctica 6. Representación de escaleras	Desarrollar habilidades prácticas en la representación tridimensional diferentes tipos de escaleras a pequeña escala (1:50) utilizando diversas técnicas de construcción.

Unidad 2	Maqueta de trabajo	Práctica 7. Maqueta de trabajo	Elaborar una maqueta de trabajo mediante técnica manual, apoyándose en los temas, prácticas y ejercicios realizados en la Unidad I, además de aplicar los temas y técnicas de la presente unidad.
Unidad 3	Maqueta de ejecución	Práctica 8. Maqueta de ejecución	Presentar una maqueta de ejecución de un espacio interior aplicando las técnicas y conocimientos adquiridos en el curso.

Anexo 7. Preguntas de la evaluación diagnóstica de los estudiantes

Preguntas

1. Explica la importancia de las maquetas en el proceso de diseño arquitectónico.
 2. Menciona los tipos de maquetas arquitectónicas que conozcas
 3. Escribe las fases de construcción de las maquetas arquitectónicas
 4. Enlista los materiales más comunes para la elaboración de maquetas arquitectónicas
 5. ¿Has realizado alguna maqueta arquitectónica?
 6. Si tu respuesta anterior fue sí, describe 2 técnicas que hayas utilizado para la construcción de maquetas
 7. ¿Has utilizado algún software de diseño para la planificación de maquetas arquitectónicas? De ser así, especifica cuál.
 8. ¿Tienes experiencia en el uso de software de diseño (como *AutoCAD*, *Sketchup*, *Revit*, etc.) para la creación de maquetas virtuales?
 9. Evalúa tus habilidades en la elaboración de maquetas arquitectónicas
 10. Menciona un área específica de tu interés en la construcción de maquetas que te gustaría ver en el curso
-

Anexo 8. Materiales de aprendizaje

Primera iteración del MP-TRG 2024-1

Material de aprendizaje: Práctica 5. Construcción del relieve de un terreno. Grupo control

UNIDAD 1

Nombres de la unidad: Materiales y contenidos básicos

Tema: Ingeniería constructiva

PRÁCTICA 5. CONSTRUCCIÓN DEL RELIEVE DE UN TERRENO

Objetivo general:

Desarrollar habilidades prácticas en la representación tridimensional del relieve de un terreno, a través de una contenedor práctica utilizando diversas técnicas de construcción mediante la exploración y representación creativa de las características topográficas del terreno de estudio. Los temas de construcción espacial, construcción física y modelaje 3D permiten la creación de maquetas que reflejen la topografía y las características del terreno del proyecto.

Objetivos específicos:

- Comprender la importancia de la topografía en el diseño arquitectónico y urbano, así como su influencia en la integración de edificaciones en el entorno natural.
- Introducir a los estudiantes en diversas técnicas de representación tridimensional, como la construcción física, la construcción digital y el modelado 3D, para que puedan experimentar con diferentes enfoques y materiales.
- Estimular la creatividad de los estudiantes al permitirles explorar formas innovadoras de representar el relieve del terreno, alentándolos a pensar de manera original y expresar sus ideas de manera visual.
- Promover el trabajo colaborativo entre los estudiantes, ya que la práctica puede involucrar la división de tareas, la discusión de ideas y la resolución de problemas de forma conjunta.
- Facilitar la reflexión sobre la relación entre el entorno construido y el entorno natural, así como la importancia de considerar el relieve del terreno en el proceso de diseño arquitectónico y urbanístico.
- Desarrollar habilidades de comunicación, promover la capacidad de los estudiantes para comunicar sus ideas de manera efectiva a través de la representación visual mediante maquetas físicas.

Materiales utilizar los correspondientes a la técnica de fabricación seleccionada:

- Gluegun de espuma de poliestireno o espuma de poliestireno.
- Pegamento de contacto para unido.
- Pegamento blanco.
- Yema (1 kg).
- Universal para mezclar y pintar recipientes medianos, pequeño o brocha pequeña, espátula.
- Lija de grano fino para madera.
- Cinta.
- Cemento.

Materiales para ambientación:

- Pintura color verde y/o café.
- Asiento natural, verde o café.
- Pegamento en aerosol.
- Pegamento blanco.
- Notas de muestra.
- Asiento galvanizado, de cobre o inoxidable.
- Trozos de espuma de poliestireno y pedruzcos de madera.
- Una sección de cartón laminado de 2mm, cartón gris o cartón laminado (20x40 cm).

Proceder:

- A partir del plano de terreno proporcionado en el que se otorgó la plantilla para la construcción tridimensional del terreno.
- Realizar la preparación del relieve para imprimir a escala 1:100 mediante la opción de Layout en AutoCAD. Imprimir el terreno en papel correspondiente y la escala para montar a impresión. Se proporciona el video de "Material de apoyo imprimir un plano a escala 1:100".
- Utilizar los plastilinas para representar las curvas de nivel de acuerdo con la técnica de construcción de terreno seleccionada.
- El trabajo de los piezas no será el definitivo ya que se continuará trabajando la ambientación y la integración de las edificaciones al terreno.

Material de aprendizaje: Práctica 5. Construcción del relieve de un terreno. Grupo experimental

UNIDAD 1

Nombres de la unidad: Materiales y contenidos básicos

Tema: Ingeniería constructiva

PRÁCTICA 5. CONSTRUCCIÓN DEL RELIEVE DE UN TERRENO

Objetivo general:

Desarrollar habilidades prácticas en la representación tridimensional del relieve de un terreno, a través de una contenedor práctica utilizando diversas técnicas de construcción mediante la exploración y representación creativa de las características topográficas del terreno de estudio. Los temas de construcción espacial, construcción física y modelaje 3D permiten la creación de maquetas que reflejen la topografía y las características del terreno del proyecto.

Objetivos específicos:

- Comprender la importancia de la topografía en el diseño arquitectónico y urbano, así como su influencia en la integración de edificaciones en el entorno natural.
- Introducir a los estudiantes en diversas técnicas de representación tridimensional, como la construcción física, la construcción digital y el modelado 3D, para que puedan experimentar con diferentes enfoques y materiales.
- Estimular la creatividad de los estudiantes al permitirles explorar formas innovadoras de representar el relieve del terreno, alentándolos a pensar de manera original y expresar sus ideas de manera visual.
- Promover el trabajo colaborativo entre los estudiantes, ya que la práctica puede involucrar la división de tareas, la discusión de ideas y la resolución de problemas de forma conjunta.
- Facilitar la reflexión sobre la relación entre el entorno construido y el entorno natural, así como la importancia de considerar el relieve del terreno en el proceso de diseño arquitectónico y urbanístico.
- Desarrollar habilidades de comunicación, promover la capacidad de los estudiantes para comunicar sus ideas de manera efectiva a través de la representación visual mediante maquetas físicas.

Materiales utilizar los correspondientes a la técnica de fabricación seleccionada:

- Gluegun de espuma de poliestireno o espuma de poliestireno.
- Pegamento de contacto para unido.
- Pegamento blanco.
- Yema (1 kg).
- Universal para mezclar y pintar recipientes medianos, pequeño o brocha pequeña, espátula.
- Lija de grano fino para madera.
- Cinta.
- Cemento.

Materiales para ambientación:

- Pintura color verde y/o café.
- Asiento natural, verde o café.
- Pegamento en aerosol.
- Pegamento blanco.
- Notas de muestra.
- Asiento galvanizado, de cobre o inoxidable.
- Trozos de espuma de poliestireno y pedruzcos de madera.
- Una sección de cartón laminado de 2mm, cartón gris o cartón laminado (20x40 cm).

Proceder:

- A partir del plano de terreno proporcionado en el que se otorgó la plantilla para la construcción tridimensional del terreno.
- Realizar la preparación del relieve para imprimir a escala 1:100 mediante la opción de Layout en AutoCAD. Imprimir el terreno en papel correspondiente y la escala para montar a impresión. Se proporciona el video de "Material de apoyo imprimir un plano a escala 1:100".
- Utilizar los plastilinas para representar las curvas de nivel de acuerdo con la técnica de construcción de terreno seleccionada.
- El trabajo de los piezas no será el definitivo ya que se continuará trabajando la ambientación y la integración de las edificaciones al terreno.

Entendimiento general del terreno en Realidad Virtual y Realidad Aumentada:

- En AutoCAD generar archivo del terreno en .dxf.
- Utilizar Realidad Aumentada en el terreno .dxf.
- Crear un archivo de terreno en .dxf.
- Realizar un archivo de terreno en .dxf.

Entendimiento general del terreno en Realidad Virtual y Realidad Aumentada:

- En AutoCAD generar archivo del terreno en .dxf.
- Utilizar Realidad Aumentada en el terreno .dxf.
- Crear un archivo de terreno en .dxf.
- Realizar un archivo de terreno en .dxf.

Entendimiento general del terreno en Realidad Virtual y Realidad Aumentada:

- En AutoCAD generar archivo del terreno en .dxf.
- Utilizar Realidad Aumentada en el terreno .dxf.
- Crear un archivo de terreno en .dxf.
- Realizar un archivo de terreno en .dxf.

Segunda iteración del MP-TRG 2024-2

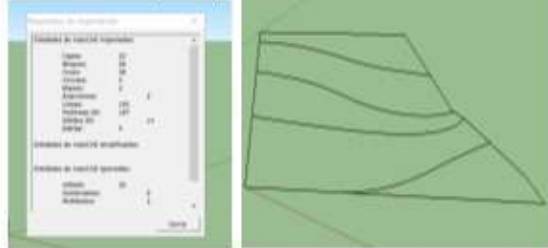
Material de aprendizaje: Práctica 5. Construcción del relieve de un terreno. Grupo control

UNIDAD 1																	
Nombre de la unidad: Materiales y conocimientos básicos																	
Tema: Maqueta conceptual																	
PRÁCTICA 5.1 CONSTRUCCIÓN DEL RELIEVE DE UN TERRENO																	
Objetivo general: Desarrollar habilidades prácticas en la representación tridimensional del relieve de un terreno, a través de una comprensión práctica utilizando diversas técnicas de construcción mediante la exploración y expresión creativa de las características topográficas del entorno de estudio. Las técnicas construcción maciza, construcción hueca y modelaje libre permiten la creación de maquetas que reflejan la topografía y las características del terreno del proyecto. Objetivos específicos: - Comprender la importancia de la topografía en el diseño arquitectónico y urbano, así como su influencia en la integración de edificaciones en el entorno natural. - Introducir a los estudiantes en diversas técnicas de representación tridimensional, como la construcción maciza, la construcción hueca y el modelaje libre, para que puedan experimentar con diferentes enfoques y materiales. - Estimular la creatividad de los estudiantes al permitirles explorar formas innovadoras de representar el relieve del terreno, alentándolos a pensar de manera original y expresar sus ideas de manera visual. - Promover el trabajo colaborativo entre los estudiantes, ya que la práctica puede involucrar la división de tareas, la discusión de ideas y la resolución de problemas de forma conjunta. - Facilitar la reflexión sobre la relación entre el entorno construido y el entorno natural, así como la importancia de considerar el relieve del terreno en el proceso de diseño arquitectónico y urbanístico. - Desarrollar habilidades de comunicación, promover la capacidad de los estudiantes para comunicar sus ideas de manera efectiva a través de la representación visual, ya sea mediante maquetas físicas.																	
Materiales (utilizar los correspondientes a la técnica de construcción solicitada) a) Construcción maciza: sobreponiendo capas de material Ejemplo en video ✓ Láminas de cartón corrugado o gris. Corcho o unicel. b) Construcción hueca: cortando cada curva de nivel y armando una caja. Es importante colocar estructuración interior. ✓ Láminas de cartón corrugado o gris. c) Modelaje libre: con material moldeable como espumas rígidas, yeso, arcilla, o Planos seriados verticales de cartón.																	
Proceso: - A partir del plano de terreno en .dwg se obtendrá la plantilla para la construcción tridimensional del terreno. - Realizar la preparación del archivo para imprimir a escala 1:100 mediante la opción de <i>Layout</i> en <i>AutoCAD</i>. Asignar el tamaño de papel correspondiente y la escala para mandar a impresión. Se proporciona el video Material de apoyo para imprimir un plano a escala.mp4 - Utilizar las plantillas para reproducir las curvas de nivel de acuerdo con la técnica de construcción de terreno solicitada. - El pegado de las piezas no será el definitivo ya que se continuará trabajando la ambientación y la integración de las edificaciones al entorno.																	
Evaluación: Terreno de acuerdo con la técnica de construcción solicitada <table border="1"> <thead> <tr> <th>Criterio</th><th>Descripción</th><th>Nivel Excelente (5)</th><th>Nivel Bueno (4)</th><th>Nivel Aceptable (3)</th><th>Nivel Insuficiente (2)</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Precisión en la representación del relieve</td><td>Exactitud en la reproducción de las características topográficas del terreno en la maqueta.</td><td>El relieve es altamente preciso, con detalles claros y correctos en todos los aspectos topográficos.</td><td>El relieve es generalmente preciso, con algunos detalles menores que podrían mejorarse.</td><td>El relieve tiene varias imprecisiones, pero las características generales son reconocibles.</td><td>El relieve presenta errores graves o falta de correspondencia con las características topográficas reales.</td></tr> </tbody> </table>						Criterio	Descripción	Nivel Excelente (5)	Nivel Bueno (4)	Nivel Aceptable (3)	Nivel Insuficiente (2)	Precisión en la representación del relieve	Exactitud en la reproducción de las características topográficas del terreno en la maqueta.	El relieve es altamente preciso, con detalles claros y correctos en todos los aspectos topográficos.	El relieve es generalmente preciso, con algunos detalles menores que podrían mejorarse.	El relieve tiene varias imprecisiones, pero las características generales son reconocibles.	El relieve presenta errores graves o falta de correspondencia con las características topográficas reales.
Criterio	Descripción	Nivel Excelente (5)	Nivel Bueno (4)	Nivel Aceptable (3)	Nivel Insuficiente (2)												
Precisión en la representación del relieve	Exactitud en la reproducción de las características topográficas del terreno en la maqueta.	El relieve es altamente preciso, con detalles claros y correctos en todos los aspectos topográficos.	El relieve es generalmente preciso, con algunos detalles menores que podrían mejorarse.	El relieve tiene varias imprecisiones, pero las características generales son reconocibles.	El relieve presenta errores graves o falta de correspondencia con las características topográficas reales.												

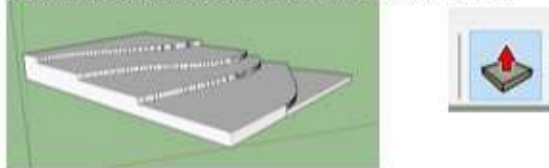


UNIDAD 1	
Nombre de la unidad: Materiales y conocimientos básicos	
Tema: Maqueta conceptual	
PRÁCTICA 5.1 CONSTRUCCIÓN DEL RELIEVE DE UN TERRENO	
Objetivo general: Desarrollar habilidades prácticas en la representación tridimensional del relieve de un terreno, a través de una comprensión práctica utilizando diversas técnicas de construcción mediante la exploración y expresión creativa de las características topográficas del entorno de estudio. Las técnicas construcción maciza, construcción hueca y modelaje libre permiten la creación de maquetas que reflejan la topografía y las características del terreno del proyecto. Objetivos específicos: • Comprender la importancia de la topografía en el diseño arquitectónico y urbano, así como su influencia en la integración de edificaciones en el entorno natural. • Introducir a los estudiantes en diversas técnicas de representación tridimensional, como la construcción maciza, la construcción hueca y el modelaje libre, para que puedan experimentar con diferentes enfoques y materiales. • Estimular la creatividad de los estudiantes al permitirles explorar formas innovadoras de representar el relieve del terreno, alentándolos a pensar de manera original y expresar sus ideas de manera visual. • Promover el trabajo colaborativo entre los estudiantes, ya que la práctica puede involucrar la división de tareas, la discusión de ideas y la resolución de problemas de forma conjunta. • Facilitar la reflexión sobre la relación entre el entorno construido y el entorno natural, así como la importancia de considerar el relieve del terreno en el proceso de diseño arquitectónico y urbanístico. • Desarrollar habilidades de comunicación, promover la capacidad de los estudiantes para comunicar sus ideas de manera efectiva a través de la representación visual, ya sea mediante maquetas físicas o digitales.	
Materiales (utilizar los correspondientes a la técnica de construcción solicitada) a) Construcción maciza: sobreponiendo capas de material Ejemplo en video ✓ Láminas de cartón corrugado o gris. Corcho o unicel. b) Construcción hueca: cortando cada curva de nivel y armando una caja. Es importante colocar estructuración interior. ✓ Láminas de cartón corrugado o gris. c) Modelaje libre: con material moldeable como espumas rígidas, yeso, arcilla, o Planos seriados verticales de cartón.	
Proceso: • A partir del plano de terreno en .dwg se obtendrá la plantilla para la construcción tridimensional del terreno. • Realizar la preparación del archivo para imprimir a escala 1:100 mediante la opción de <i>Layout</i> en <i>AutoCAD</i>. Asignar el tamaño de papel correspondiente y la escala para mandar a impresión. Se proporciona el video Material de apoyo para imprimir un plano a escala.mp4 • Realización del ejercicio de Realidad Virtual y Realidad Aumentada con <i>3D Warehouse Sketchup</i> • Utilizar las plantillas para reproducir las curvas de nivel de acuerdo con la técnica de construcción de terreno solicitada. • El pegado de las piezas no será el definitivo ya que se continuará trabajando la ambientación y la integración de las edificaciones al entorno. Realización del modelo del terreno en Realidad Virtual y Realidad Aumentada. ➤ En AutoCAD guardar el plano del terreno como .dxf	
	

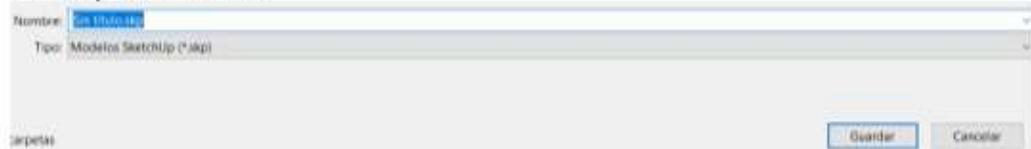
- Abrir Sketchup e importar el archivo .dxf



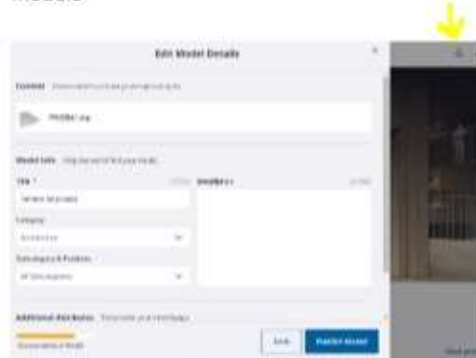
- Crear las superficies y extruir de acuerdo a los niveles



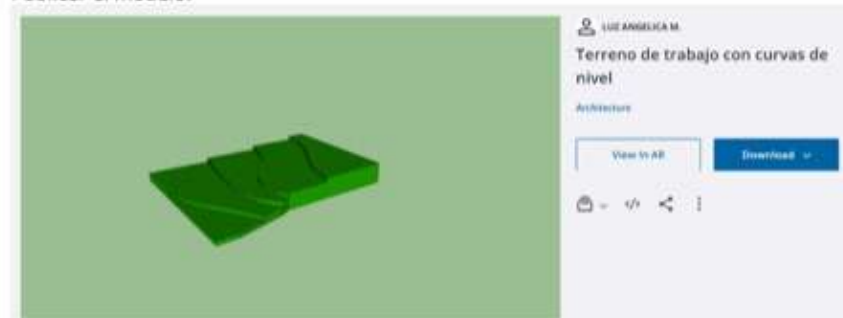
- Guardar y cerrar el archivo



- Crear su cuenta o acceder a su cuenta en Warehouse Sketchup <https://3dwarehouse.sketchup.com> y subir el modelo



- Publicar el modelo.



- El modelo se podrá visualizar en Realidad Virtual. Para visualizarlo en Realidad Aumentada dar clic en la opción *View In AR* y escanear el código. El código puede compartir con otras personas, aunque no tengan cuenta en *Warehouse Sketchup* y podrán visualizar el trabajo.



- Replicar el ejercicio con el archivo .dwg de su terreno. Posteriormente realizar algunos modelos conceptuales digitales de la propuesta de su proyecto arquitectónico.

Evaluación:

Terreno de acuerdo con la técnica de construcción solicitada

Criterio	Descripción	Nivel Excelente (5)	Nivel Bueno (4)	Nivel Aceptable (3)	Nivel Insuficiente (2)
Precisión en la representación del relieve	Exactitud en la reproducción de las características topográficas del terreno en la maqueta.	El relieve es altamente preciso, con detalles claros y correctos en todos los aspectos topográficos; se evidencia un uso efectivo de RA/VR para ajustar detalles.	El relieve es generalmente preciso, con algunos detalles menores que podrían mejorarse; RA/VR se usó correctamente en la mayoría de los casos.	El relieve tiene varias imprecisiones, pero las características generales son reconocibles; el uso de RA/VR fue limitado o poco eficaz.	El relieve presenta errores graves o falta de correspondencia con las características topográficas reales; RA/VR no se utilizó adecuadamente.

Anexo 9. Guía de planificación docente bajo el MP-TRG

Modelo de incorporación de Tecnologías de Representación Gráfica MP-TRG

1. Selección de los recursos de aprendizaje	2. Diseño del aprendizaje bajo la metodología ABP	3. Implementación	4. Grado de éxito y evaluación
- Enfoque pedagógico - Contenido temático - Contexto - Herramientas digitales	- Objetivos - Conocimientos previos - Programa - Material de aprendizaje	- Exploración - Utilización - Percepción - Dominio - Lo aprendido	- Impacto - Cumplimiento - Evaluación

Guía de planificación docente bajo el MP-TRG

Área 1. Selección de los recursos de aprendizaje

Esta área es la base de la planificación a partir del enfoque pedagógico, el contenido temático, el contexto y la selección de las herramientas digitales.

Fase	Descripción	Consideraciones
1.1. Análisis del contexto	Identificación de las características específicas del grupo (nivel de habilidad con TRG, conocimientos previos), las condiciones institucionales (licencias de software, acceso a hardware) y los recursos tecnológicos disponibles.	Alineación con los objetivos de aprendizaje. La TRG elegida debe potenciar los contenidos del curso y ser accesible para la mayoría de los estudiantes.
1.2. Selección de TRG	Seleccionar las Tecnologías de Representación Gráfica (TRG) que son indispensables para el curso y que se alinean con las competencias profesionales del arquitecto.	Priorizar las TRG que permitan la intervención activa y la resolución de problemas (ABP), no solo la presentación de información.
1.3. Organización de Materiales	Recopilar y organizar el material de aprendizaje: tutoriales, manuales, ejemplos de proyectos arquitectónicos (digitales y físicos), necesarios para los ejercicios prácticos.	Tener listos los materiales antes de la implementación para optimizar el tiempo de las sesiones.

Área 2. Diseño del Aprendizaje bajo la Metodología ABP

Esta área aborda el contenido del curso con objetivos definidos a partir de los conocimientos previos detectados para el diseño del programa del curso y el material de aprendizaje.

Fase	Descripción	Consideraciones
2.1. Evaluación diagnóstica	Realizar una actividad o cuestionario inicial para determinar los conocimientos previos en arquitectura, las habilidades con TRG y las expectativas e intereses de los estudiantes sobre la materia.	El diagnóstico servirá para determinar el punto de partida de la enseñanza de la TRG (si el grupo tiene un nivel bajo, se debe dedicar más tiempo a la etapa de exploración).
2.2. Definición del programa con el ABP	Diseñar el entorno de enseñanza utilizando un problema arquitectónico auténtico con objetivos bien definidos y visibles para el grupo.	Integración de TRG de acuerdo con los objetivos de aprendizaje con énfasis en que la tecnología es uno de los medios para lograr la competencia.
2.3. Descripción de objetivos y tecnología	Alinear cada objetivo de aprendizaje o competencia del curso con una función específica de la TRG. Ejemplo: Competencia: Analizar el comportamiento energético de un edificio. Función TRG: Módulo de análisis de sombras y soleamiento en BIM.	Determinar en qué parte del programa se abordará y con qué material. Elaboración de cronograma y guía de prácticas/cursos.
2.4. Establecimiento de productos	Definir claramente los entregables del proyecto/práctica, asegurando que estos demuestren tanto la resolución del problema arquitectónico como el dominio técnico de la TRG.	Establecer los criterios de evaluación. Los entregables deben ser medibles en términos de diseño y uso de la tecnología. Utilizar una guía de prácticas/cursos para que los estudiantes puedan acceder a esta información.

Área 3. Implementación

Esta área se enfoca en la exploración, utilización, percepción, dominio y gestión del tiempo de la implementación de TRG para lograr un avance progresivo y garantizar que los estudiantes no solo usen la herramienta, sino que puedan alcanzar un nivel de dominio determinado paralelo al logro de los objetivos de aprendizaje.

Fase	Tiempo estimado	Descripción	Logro esperado del estudiante
3.1. Exploración y adaptación	10% - 20% del tiempo total.	Facilitar la familiarización básica, introducción guiada a la interfaz, funciones básicas, menús principales y flujo de trabajo. Uso de ejercicios cortos para asegurar el manejo inicial.	El estudiante se familiariza con la interfaz, navega en el entorno de la TRG, realiza comandos básicos e identifica el potencial de aplicación de la TRG.
3.2. Dominio e integración	70% - 80% del tiempo total.	El docente actúa como guía y asesor, no como instructor de software, promueve la autonomía del estudiante para buscar soluciones al problema con la TRG. Se integran las herramientas en el proceso iterativo de diseño.	El estudiante utiliza la herramienta de TRG de manera eficiente y autónoma para modelar, analizar y documentar el problema de diseño.
3.3. Presentación y cierre	10% del tiempo total.	Analizar y organizar la presentación final de resultados, enfocándose en como la utilización consciente de TRG y de otros medios (manuales) permitió la solución del problema y la argumentación de las decisiones de diseño.	El estudiante presenta el proyecto/solución utilizando los formatos generados por la TRG (renders, planos, modelos), demostrando la competencia digital y el logro de los objetivos de aprendizaje.
3.4. Gestión del tiempo	Durante la implementación	Asignar tiempos de entrega intermedios (revisiones) que permitan el uso progresivo de la TRG.	El estudiante logra un avance progresivo y coherente, sin sacrificar la profundidad del aprendizaje.

Área 4. Grado de éxito y evaluación

La evaluación debe ser integral, se requiere medir tanto el logro de los objetivos de aprendizaje como el impacto de la TRG en el proceso formativo. En esta área debe analizarse el cumplimiento de los objetivos.

Tipo de evaluación	Descripción	Instrumentos y acciones docentes
4.1. Evaluación del grado de éxito	Valorar el impacto de la TRG, la percepción de los estudiantes, utilidad y nivel de comprensión/aplicabilidad.	Realizar encuestas de satisfacción/percepción al finalizar la actividad práctica sobre la facilidad de uso, la contribución de la herramienta a la comprensión del problema de diseño y su aplicabilidad futura.
4.2. Evaluación del aprendizaje y adquisición de competencias	Medir los conocimientos, habilidades y competencias arquitectónicas y tecnológicas desarrolladas a lo largo del proceso.	Rúbricas detalladas para el problema de diseño de respecto a la solución planteada y rúbrica para el dominio de la TRG, considerando la eficiencia durante su aplicación y la calidad de los productos entregables.
4.3. Retroalimentación	Detectar áreas de oportunidad en la metodología, la selección de la TRG o el diseño del problema ABP, para un proceso de mejora continua.	Analizar los resultados y comparar el desempeño en la competencia arquitectónica con el desempeño en el uso de la TRG. Detectar y documentar fallos comunes y éxitos en la implementación.

PRODUCTOS DERIVADOS DE LA TESIS

Publicaciones

1. Mondragón-del-Angel, L. A., Escudero-Nahón, A., & Canchola-Magdaleno, S. L. (2022). Criteria for the incorporation of software in architectural education. *Advances in Building Education*, 6(3), Article 3. <https://doi.org/10.20868/abe.2022.3.5027>



Criteria for the incorporation of software in architectural education

Luz Angélica Mondragón del Angel ^{1*}, Alexandro Escudero-Nahón ², Sandra Luz Canchola Magdaleno ³

¹ Faculty of Informatics, Autonomous University of Queretaro, Av. de las Ciencias s/n, Juriquilla, Queretaro, Qro. C.P. 76230, Mexico.

* Corresponding author email: luz.mondragon@uaq.mx

² Faculty of Informatics, Autonomous University of Queretaro, Av. de las Ciencias s/n, Juriquilla, Queretaro, Qro. C.P. 76230, Mexico. alexandro.escudero@uaq.mx

³ Faculty of Informatics, Autonomous University of Queretaro, Av. de las Ciencias s/n, Juriquilla, Queretaro, Qro. C.P. 76230, Mexico. sandra.canchola@uaq.mx

Received: 03/10/2022 | Accepted: 10/11/2022 | Publication date: 20/12/2022
DOI:10.20868/abe.2022.3.5027

HIGHLIGHTS

- Virtual reality is a positive tool with a high-impact in architectural education
- Constructivist, cognitive, and holistic approaches support incorporation of software in architectural education
- Technology and software in architectural education require a strategic structuring for their incorporation

2. Mondragón-del-Angel, L. A., & Canchola Magdaleno, S. L. (2023). Análisis de la educación arquitectónica y su relación con la tecnología: una Cartografía conceptual. En A. Escudero-Nahón & R. Palacios-Díaz (Coords.), *Horizontes de la transformación digital* (pp. 174-196). Editorial Transdigital. <https://doi.org/10.56162/transdigitalb18>



3. Mondragón-del-Angel, L. A., & Canchola-Magdaleno, S. L. (2023). Competencias tecnológicas de estudiantes de arquitectura de Querétaro, México = Technological competences of students of architecture from Queretaro, Mexico. *Advances in Building Education*, 7(1), Article 1. <https://doi.org/10.20868/abe.2023.1.5084>

Competencias tecnológicas de estudiantes de arquitectura de Querétaro, México
Luz Angélica Mondragón del Angel, Sandra Luz Canchola Magdaleno



Competencias tecnológicas de estudiantes de arquitectura de Querétaro, México

Technological competences of students of architecture from Queretaro, Mexico

Luz Angélica Mondragón del Angel ^{1*}, Sandra Luz Canchola Magdaleno ²

¹ Facultad de Informática, Universidad Autónoma de Querétaro, Av. de las Ciencias s/n, Juriquilla, Querétaro, Qro. C.P. 76230, México. email: luz.mondragon@uaq.mx

² Facultad de Informática, Universidad Autónoma de Querétaro, Av. de las Ciencias s/n, Juriquilla, Querétaro, Qro. C.P. 76230, México. email: sandra.canchola@uaq.mx

Recibido: 02/04/2023 | Aceptado: 15/04/2023 | Fecha de publicación: 30/04/2023
DOI: 10.20868/abe.2023.1.5084

TITULARES

- Análisis de la actitud, uso, conocimiento y acceso de las TIC en la educación arquitectónica.
- Utilización y nivel de conocimiento de software de dibujo y diseño.
- La integración de las TIC en las clases contribuye al aprendizaje.

HIGHLIGHTS

- Analysis of the attitude, use, knowledge and access to ICT in architectural education.
- Use and level of knowledge of drawing and design software.
- The integration of ICT in classes contributes to learning.

Advances in Building Education / Innovación Educativa en Edificación | ISSN: 2530-7940 |
<http://polired.upm.es/index.php/abe>
| Cod. 2301 | Enero - Abril 2023 | Vol. 7. Nº 1 | pp. 9/20 |
| 9 |

4. Mondragón-del-Angel, L. A., & Canchola Magdaleno, S. L. (2024). Diagnóstico de incorporación de herramientas digitales en la Educación Arquitectónica. *RIDE Revista Iberoamericana Para La Investigación Y El Desarrollo Educativo*, 15(29). <https://doi.org/10.23913/ride.v15i29.2193>



<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 incorporação de ferramentas digitais na Educação 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



Vol. 15 Num. 29 Julio - Diciembre 2024, e782

5. Mondragón del Ángel, L., & Canchola Magdaleno, S. (2025). Incorporación de herramientas digitales en la Educación Superior en Arquitectura: Caso de estudio UAQ. *Legado de Arquitectura y Diseño*, 20(37).
<https://doi.org/10.36677/legado.v20i37.24547>

Incorporación de **HERRAMIENTAS DIGITALES EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR EN ARQUITECTURA: CASO DE ESTUDIO UAQ**

*Incorporation of digital tools in Higher Education in
Architecture: UAQ case study*

LUZ ANGÉLICA MONDRAGÓN-DEL ÁNGEL*, SANDRA LUZ CANCHOLA-MAGDALENO**

Fecha de recibido:
23 Agosto 2024
Fecha de aceptado:
22 Noviembre
2024

*Universidad
Autónoma del
Estado de México
luz.mondragon@
uaq.edu.mx

**Universidad
Autónoma del
Estado de México
sandra.canchola@
uaq.mx

RESUMEN. La enseñanza de la representación gráfica arquitectónica no se ha adaptado completamente a los avances tecnológicos actuales. En la Licenciatura de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Querétaro, México, se realizó un diagnóstico sobre la incorporación de herramientas digitales de representación gráfica por parte del profesorado, con el objetivo de proponer estrategias para integrar eficazmente estas tecnologías en la educación arquitectónica. Se utilizó el método mixto basado en el Diseño de Triangulación Concurrente. Se encontró que las principales herramientas digitales empleadas por los docentes incluyen plataformas educativas, medios de interacción social, videos, imágenes y software de diseño como AutoCAD, ArchiCAD, Revit y Sketchup. Los docentes valoran igualmente la representación gráfica digital y la manual, resaltando la necesidad de un equilibrio en la enseñanza de ambas técnicas. La incorporación de herramientas digitales debe ajustarse al nivel de conocimientos arquitectónicos y al dominio de estas herramientas por parte de los estudiantes. Se identificaron limitaciones en el uso de herramientas digitales para la exploración creativa. Como conclusión, destaca la importancia de equilibrar la enseñanza de técnicas manuales y digitales, y se recomienda la actualización de los planes de estudio para alinearlos con las necesidades de la práctica profesional arquitectónica.

Palabras clave: diseño, docentes, educación superior, incorporación, software.

ABSTRACT. The teaching of architectural graphic representation has not been fully adapted to current technological advances. In the Bachelor of Architecture program at the Autonomous University of Querétaro, Mexico, a diagnosis was made on the incorporation of digital tools of graphic representation by the teachers, with the aim of proposing strategies to effectively integrate these technologies in architectural education. The mixed method based on Concurrent Triangulation Design was used. It was found that the main digital tools employed by teachers include educational platforms, social interaction media, videos, images and design software such as AutoCAD, ArchiCAD, Revit and Sketchup. Teachers equally value digital and manual graphic representation, highlighting the need for a balance in the teaching of both techniques. The incorporation of digital tools should be adjusted to the level of architectural knowledge and the students' mastery of these tools. Limitations in the use of digital tools for creative exploration were identified. In conclusion, the importance of balancing the teaching of manual and digital techniques stands out, and it is recommended that curricula be updated to align them with the needs of professional architectural practice.

Key words: design, teachers, higher education, incorporation, software.

6. Mondragón-Del-Ángel, L. A., & Canchola-Magdaleno, S. L. (2026). Innovación educativa en la incorporación de tecnologías de representación gráfica: un estudio de caso. *UTE. Teaching & Techonology, Universitas Tarraconsensis*, 2025(2), e4196. <https://doi.org/10.17345/ute.2025.419>



ute | 2026 Núm. 2 e4196

Revista UTE. Teaching & techonology, Universitas Tarraconsensis
<https://doi.org/10.17345/ute.2026.4196>
ISSN: 1135-1438 eISSN: 3045-8730
Publicacions de la Universitat Rovira i Virgili



Innovación educativa en la incorporación de tecnologías de representación gráfica: un estudio de caso

Educational innovation in the incorporation of graphic representation technologies: a case study

Luz Angélica Mondragón-del-Ángel

Universidad Autónoma de Querétaro
Querétaro, México
<https://orcid.org/0000-0001-5997-182X> | luz.mondragon@uaq.mx

Sandra Luz Canchola-Magdaleno

Universidad Autónoma de Querétaro
Querétaro, México
<https://orcid.org/0000-0002-7497-281X> | sandra.canchola@uaq.mx

Recibido: 30/04/2025 Aceptado: 25/09/2025

Resumen

La integración efectiva de tecnologías de representación gráfica en la educación Superior en Arquitectura, depende de estrategias que no han sido suficientemente desarrolladas, por lo que existe la necesidad de implementar un marco pedagógico que oriente su incorporación, en respuesta a las demandas dinámicas de la industria de la construcción y edificación actual. El objetivo fue la implementación de tecnologías de representación gráfica a partir de un modelo pedagógico propuesto, el cual pueda contribuir a mejorar el desempeño académico de los estudiantes de arquitectura. Se utilizó el método cuantitativo correlacional cuasiexperimental para llevar a cabo la implementación en la Licenciatura en Arquitectura de la Universidad Autónoma de Querétaro, México. Los participantes del estudio fueron dos grupos de estudiantes inscritos en una materia perteneciente al eje disciplinar de Comunicación del plan de estudios. Este eje promueve competencias en el lenguaje gráfico, escrito y oral. Se utilizó AutoCAD, RV y RA con 3D Warehouse SketchUp para la elaboración de maquetas arquitectónicas y la visualización de proyectos. Se identificó un impacto positivo en la mejora de la comprensión de los conceptos que intervienen en la adquisición de habilidades visuales y espaciales necesarias

Cómo citar: Mondragón-Del-Ángel, L. A., & Canchola-Magdaleno, S. L. (2026). Innovación educativa en la incorporación de tecnologías de representación gráfica: un estudio de caso. *UTE. Teaching & Techonology, Universitas Tarraconsensis*, 2026(2), e4196. <https://doi.org/10.17345/ute.2026.4196> 1

Congresos

7th International Conference of Educational Innovation in Building (22-24 Marzo 2023) Universidad Politécnica de Madrid, España



7th INTERNATIONAL CONFERENCE ON EDUCATIONAL INNOVATION IN BUILDING
8^o Congreso Internacional De Innovación Educativa en Edificación

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍA DE LA EDIFICACIÓN - E.T.S. DE EDIFICACIÓN
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

THIS IS TO CERTIFY THAT:

Luz Angélica Mondragón del Angel

Has presented the communication entitled:

**TECHNOLOGICAL COMPETENCES OF STUDENTS OF ARCHITECTURE FROM
QUERETARO, MEXICO**

At the VII International Conference on Educational Innovation in Building
(VII Congreso Internacional de Innovación Educativa en Edificación)

CINIE2023

Held from 22 to 24 march 2023

Organized por el Departamento de Tecnología de la Edificación
Escuela Técnica Superior de Edificación (Universidad Politécnica de Madrid)

El Comité Organizador CITE 2023

D. Carlos Morón Fernández
Director del Departamento

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Carlos Morón', is written over a circular official stamp of the Department of Building Technology.



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID



Escuela Técnica
Superior de
Edificación



Centro General
de la Arquitectura Técnica
de España



4to. Congreso Virtual Transdigital (26-27 Octubre 2023) Sociedad de Investigación sobre Estudios Digitales S.C., México

Transdigital



7 de noviembre de 2023.

**Luz Angélica Mondragón del Angel,
Sandra Luz Canchola Magdaleno,
P R E S E N T E**

Por medio de la presente se hace entrega de la

CONSTANCIA DE PONENCIA

del texto "Análisis de la Educación Arquitectónica y su relación con la tecnología: una Cartografía conceptual", que fue expuesto de manera virtual en el 4to. Congreso Virtual Transdigital, que se desarrolló los días 27 y 28 de octubre de 2023 en www.congreso-transdigital.org

Atentamente,

A. Nahón

Dr. Alexandro Escudero-Nahón
Director del 4to. Congreso Virtual *Transdigital*

Sociedad de Investigación sobre Estudios Digitales S.C.
Calle Circuito Altos Juniquilla 1132, C.P. 76230. Querétaro, México.
+52 (442) 301 32 38 aescudero@transdigital.mx



XI Coloquio Académico “La feria de la innovación, encuentro de ideas en el campo de la educación” (5-7 de junio de 2024) Universidad Autónoma de Querétaro, México



UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
DE QUERÉTARO

FACULTAD DE
PSICOLOGÍA

Licenciatura en
Innovación y Gestión
Educativa

La Universidad Autónoma de Querétaro a través de
la Facultad de Psicología y Educación
otorgan la presente

CONSTANCIA

a:

Luz Angélica Mondragón del Ángel

Por su participación como **ponente** en el **XI Coloquio Académico**
“La feria de la innovación: encuentro de ideas en el campo de la
educación”, a través de la Licenciatura en Innovación y Gestión
Educativa de la facultad de Psicología y Educación de la
Universidad Autónoma de Querétaro

Santiago de Querétaro, Qro. Junio de 2024



Dra. Candi Uribe Pineda
Directora Facultad de Psicología
y Educación

Dr. Guillermo Hernández González
Secretaría Académica



CRECER EN LA
DIVERSIDAD

IX Congreso Virtual Internacional de Educación, Innovación y TIC - EDUNOVATIC 2024 (13-14 de noviembre de 2024) Red de Investigación e Innovación Educativa, Madrid, España



Estancia Internacional de Cátedra Iberoamericana de Educación en Investigación e Innovación Educativa (17- 24 de mayo de 2025) Universidad de Alcalá, Alcalá de Henares, Madrid, España.



Alcalá de Henares, 24 de mayo de 2025

El **Dr. Mario Martín Bris**, Director de Cátedra Iberoamericana de Educación de la Universidad de Alcalá (UAH) y la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI).

CERTIFICA que,

D^a. LUZ ANGÉLICA MONDRAGÓN DEL ANGEL,
con pasaporte N^o G43205281,

ha participado con un buen cumplimiento en la Estancia Internacional *Cátedra Iberoamericana de Educación en INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN EDUCATIVA*, que ha tenido lugar entre los días 17 y 24 de mayo de 2025 en esta Universidad, y en la que se han desarrollado conferencias, coloquios, visitas a instituciones en Alcalá, Madrid y Toledo, así como recorridos y actividades culturales.

Mario Martín Bris
Director Cátedra Iberoamericana UAH/OEI
Universidad de Alcalá

Semana Internacional de Investigación e Innovación Educativa (19 - 23 de mayo de 2025) Universidad de Alcalá, Alcalá de Henares, Madrid, España.



Universidad
de Alcalá



CÁTEDRA
**IBEROAMERICANA
DE EDUCACIÓN**
OEI - UAH

VICERRECTORADO DE RELACIONES
INTERNACIONALES
Rectorado, 2º patio,
Pza. San Diego s/n, C.P. 28801
Alcalá de Henares Madrid (España)

Alcalá de Henares, 23 de mayo de 2025

El **Dr. Julio Cañero Serrano**, Vicerrector de Relaciones Internacionales de la Universidad de Alcalá, certifica que,

Dª. LUZ ANGÉLICA MONDRAGÓN DEL ANGEL,
con pasaporte N° G43205281,

ha participado en la **SEMANA INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN EDUCATIVA** que ha tenido lugar entre los días 19 a 23 de mayo de 2025 en esta Universidad, y en la que se han desarrollado conferencias, dinámicas de grupo, reuniones de trabajo, así como visitas a institucionales y recorridos culturales relacionados con la temática.



Julio Cañero Serrano
Vicerrector de Relaciones Internacionales
Universidad de Alcalá

13° Encuentro de Jóvenes Investigadores e Investigadoras (20 de noviembre de 2025) Universidad Autónoma de Querétaro. Santiago de Querétaro, México.

