



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN ARQUITECTURA**

Facultad de Arquitectura, UNAM

**ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS ENMARCADAS
EN LA EDUCACIÓN 4.0 PARA FAVORECER EL APRENDIZAJE
DE LA GEOMETRÍA EN ARQUITECTURA**

TESIS

**QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE
MAESTRO EN ARQUITECTURA
En el Campo de Conocimiento de Tecnologías**

PRESENTA

Arq. Víctor Manuel Lomelí Hernández

TUTOR PRINCIPAL

**Mtro. en Arq. Francisco Reyna Gómez
Programa de Maestría y Doctorado en Arquitectura, Facultad de Arquitectura, UNAM**

MIEMBROS DEL COMITÉ TUTOR

**Dr. en Arq. Mario de Jesús Carmona y Pardo
Programa de Maestría y Doctorado en Arquitectura, Facultad de Arquitectura, UNAM**

**Dr. en Psic. Eric Orlando Jiménez Rosas
Programa de Maestría y Doctorado en Arquitectura, Facultad de Arquitectura, UNAM**

Ciudad de México, septiembre, 2021



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



MIEMBROS DEL COMITÉ TUTOR

Mtro. en Arq. Francisco Reyna Gómez

Programa de Maestría y Doctorado en Arquitectura, Facultad de Arquitectura, UNAM

Dr. en Arq. Mario de Jesús Carmona y Pardo

Programa de Maestría y Doctorado en Arquitectura, Facultad de Arquitectura, UNAM

Dr. en Psic. Eric Orlando Jiménez Rosas

Programa de Maestría y Doctorado en Arquitectura, Facultad de Arquitectura, UNAM

Dr. en Ped. Daniel Aldama Ávalos

Programa de Maestría y Doctorado en Arquitectura, FES Aragón, UNAM

Mtro. en Arq. Ernesto Ocampo Ruiz

Programa de Maestría y Doctorado en Arquitectura, Facultad de Arquitectura, UNAM



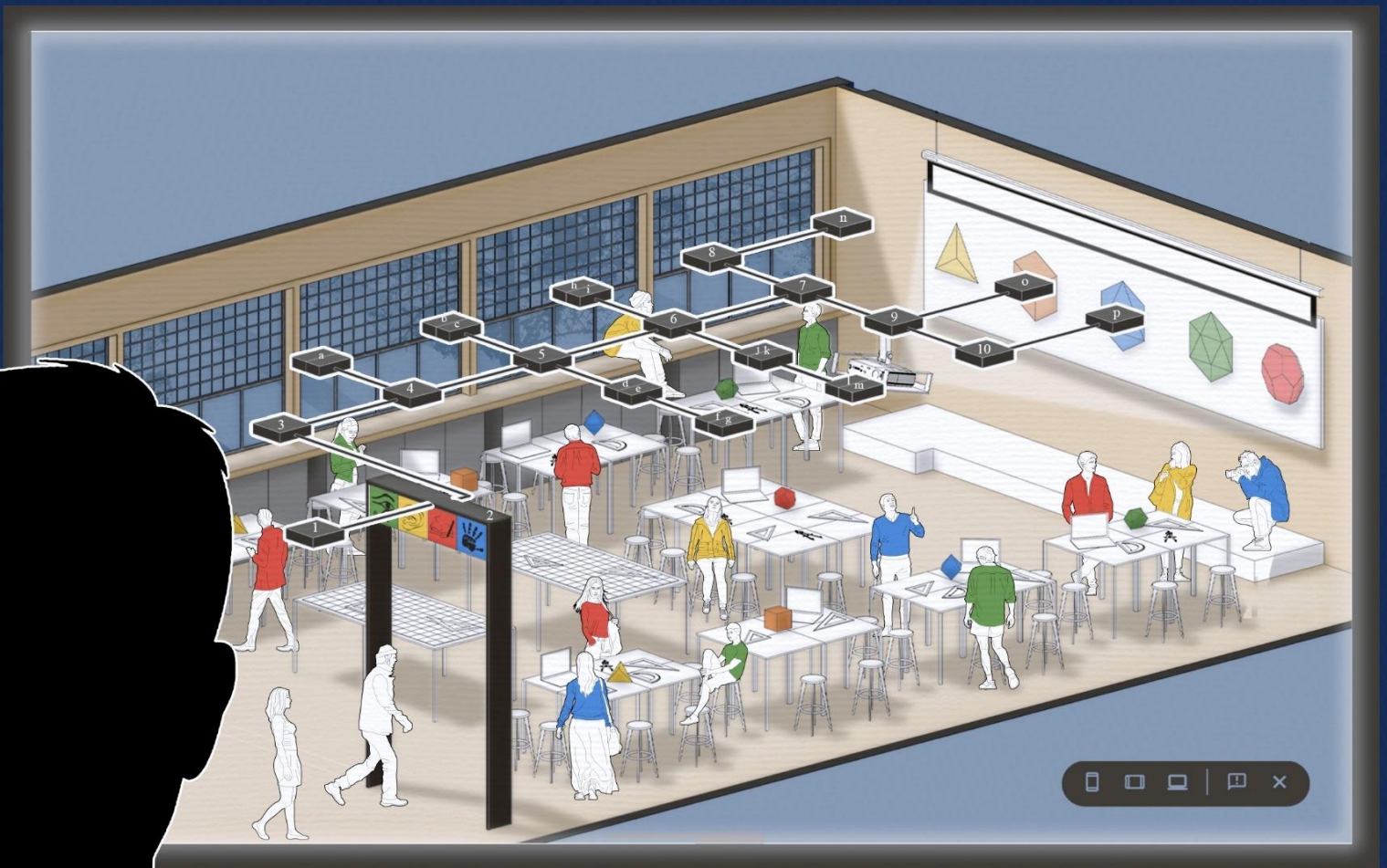


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN ARQUITECTURA

**ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS ENMARCADAS
EN LA EDUCACIÓN 4.0 PARA FAVORECER EL APRENDIZAJE
DE LA GEOMETRÍA EN ARQUITECTURA**

TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE
MAESTRO EN ARQUITECTURA
En el Campo de Conocimiento de Tecnologías

PRESENTA
Arq. Víctor Manuel Lomelí Hernández



Dedicado a:

Fabiola, mi compañera en este viaje, hemos sido cómplices
en todas las decisiones tomadas en conjunto.

Eva mi madre, que, gracias a un esfuerzo compartido,
he logrado llegar hasta donde me encuentro.

A mis hijos,

Donovan, por apoyarme e involucrarse en mis proyectos.

Janis Frida, con su disciplina me ha impulsado a conseguir mis metas.

Van, por siempre recordarme que todo aprendizaje se puede basar en un juego.

Agradecimientos

Primeramente, a todos los estudiantes con los que he tenido la oportunidad de trabajar en esta asignatura entre otras, algunos de ellos con su participación formaron parte fundamental en este proyecto de investigación, debido a que lo hicieron posible. También a los estudiantes con los que he coincidido en los últimos 6 años en el proceso de enseñanza y aprendizaje ya sea de manera presencial o a distancia en los diferentes talleres y licenciaturas de la Facultad de Arquitectura, UNAM, que sin duda han abonado para mejorar mi rol como docente.

A la Facultad de Arquitectura, UNAM, que me ha brindado el apoyo necesario para llevar a cabo mi práctica docente dentro de la Licenciatura en Arquitectura y Arquitectura de Paisaje.

A la Universidad Nacional Autónoma de México y su Programa de Maestría y Doctorado en Arquitectura, que me dio la oportunidad de realizar este proyecto de investigación, con el propósito de favorecer la formación de los estudiantes de Arquitectura.

A mi tutor, el Mtro. en Arq. Francisco Reyna Gómez, quién con su experiencia guió y colaboró incansablemente durante todo el proceso, lo que permitió establecer los cimientos y la estructura de esta investigación hasta su conclusión.

Al Dr. en Arq. Mario de Jesús Carmona y Pardo, quién fue la primera persona en creer, apoyar y sustentar el presente proyecto, previo al propedéutico y durante todo el proceso de investigación, lo que facilitó dada su experiencia en la didáctica de las matemáticas entre otras especialidades.

Al Dr. en Psic. Eric Orlando Jiménez Rosas, por las observaciones puntuales, precisas y contundentes, así como las aportaciones realizadas con base en su especialidad, lo que sin duda abono, transformó y dio oportunidad a la integración de saberes multidisciplinares.

Al Dr. en Ped. Daniel Aldama Ávalos, que desde de la parte pedagógica brindó apoyo para fortalecer y ordenar el sentido narrativo de la estructura del proyecto de investigación, desde este campo disciplinar.

Al Mtro. en Arq. Ernesto Ocampo Ruíz, por promover la diversidad de herramientas digitales actuales desde la Educación 4.0, para el desarrollo de estrategias didácticas, con énfasis en el proceso de gamificación como futuro en la educación superior que se aborda en esta investigación.

Al Taller de investigación I y II conformados por el Mtro. en Arq. Jorge Rangel Dávalos y el Mtro. en Arq. Ernesto Ocampo Ruíz, quienes, con su experiencia, conocimientos, dedicación y pasión, apoyaron para sustentar las bases desde el inicio del proyecto y durante su desarrollo. Promovieron actividades académicas significativas que fortalecieron la investigación mediante la interacción con especialistas en el tema.

Al Taller de investigación III, conformados por la Dra. en Arq. Gemma Verduzco Chirino, la Mtra. en Ing. Perla Santa Lozada y el Dr. en Arq. Alberto Muciño Vélez, quienes sin duda también fueron una parte medular en el proceso, ya que, con la aportación brindada dieron la solidez que se requería a la metodología empleada en el estudio, mediante la estructura con la que abordan el taller de investigación.

Al Dr. Eugenio Díaz Barriga Arceo, quien incondicionalmente y a pesar de la distancia, ayudó a fortalecer el marco teórico para situar las estrategias didácticas y tecnológicas elegidas, las cuales fueron utilizadas, durante la presente investigación.



“La geometría es el campo didáctico por excelencia para la enseñanza de la matemática, [...] esta debe ser lúdica y recreativa”

Dr. Eugenio Díaz Barriga Arceo.

“La geometría, es la matemática del Arquitecto”

Mtro. Francisco Reyna Gómez.

“La matemática, como una expresión de la mente humana refleja la voluntad activa, el deseo de perfección estética; desarrolla la imaginación, pero limita a ir más allá de la lógica rigurosa”

Dr. Mario de Jesús Carmona y Pardo.

“Para aprender, no solo nos tiene que interesar lo que buscamos aprender, nos tiene que gustar, nos tiene que encantar, nos tiene que apasionar, nos tiene que emocionar. Hoy, una experiencia educativa exitosa, requiere finalmente de dos factores valiosos combinados: Del mejor estudiante, y del mejor profesor, donde en realidad, no importa el aula”.

Mtro. Ernesto Ocampo Ruíz.

Índice de contenido

Resumen	4
Abstract	5
Introducción	6
Planteamiento del problema	9
Preguntas de investigación	13
Hipótesis.....	13
Objetivo general	13
Objetivos específicos.....	13
I. Geometría, Arquitectura y Educación 4.0	16
1.1 La geometría y la arquitectura.....	16
1.2 La geometría como herramienta proyectual.....	18
1.3 La Educación 4.0.....	19
1.4 Estrategias tecnológicas de aprendizaje de la Educación 4.0.....	22
II. Fundamentos teóricos de pedagogía y didáctica	28
2.1 Pedagogía	31
2.1.1 Algunas aportaciones de la pedagogía.....	32
2.2 Didáctica.....	33
2.3 Principales enfoques constructivistas en la educación.....	34
2.3.1 Teoría constructivista del aprendizaje	34
2.3.2 Constructivismo sociocultural	38
2.3.3 Constructivismo cognitivo.....	41
2.3.4 Constructivismo psicogenético.....	44
2.3.5 Teoría del conectivismo.....	47
2.4 Teoría de Van Hiele para el aprendizaje de la geometría	48
2.4.1 Niveles de razonamiento de la Teoría de Van Hiele	49
2.5 Estilos de aprendizaje.....	51
2.5.1 Propuesta de Neil Fleming	52
2.5.2 Modelo de David Kolb	53
2.5.3 Modelo Honey-Alonso	55
III. Estrategias didácticas y tecnológicas de enseñanza y aprendizaje	58
3.1 Estrategias de enseñanza	58

3.1.1 Estrategias para generar un aprendizaje significativo	60
3.1.2 Descripción general de algunas estrategias didácticas	61
3.2 Estrategias de aprendizaje	63
3.3 Estrategias de aprendizaje de la geometría según Van Hiele	65
3.3.1 Fases del aprendizaje de Van Hiele	65
3.4 Estrategias para activar o generar conocimientos previos	67
3.5 Estrategias tecnológicas enmarcadas en la educación 4.0.....	70
3.5.1 Mobile Learning	72
3.5.2 Flipped Learning o Aprendizaje Invertido	74
3.5.3 Narrativa Transmedia	77
3.5.4 Makerspaces	78
3.5.5 Gamificación o Edutainment	80
IV. Estrategias didácticas de la propuesta: Edge 4.0.....	86
4.1 Edge 4.0: La propuesta.....	86
4.2 Estructura principal del modelo EDGE 4.0.....	89
4.3 Mapa conceptual de la propuesta EDGE 4.0.....	93
4.4 Entorno Virtual de Aprendizaje de la propuesta Edge 4.0.....	94
4.5 Muestra de un módulo del curso en el Entorno Virtual de Aprendizaje	95
4.6 Clase muestra y etapas con base en la propuesta	96
4.7 Programa Académico de Trabajo de la propuesta Edge 4.0	102
V. Metodología	116
5.1 El Método.....	116
5.2 Variables.....	116
5.3 Características observables	118
5.4 Participantes en el estudio	118
5.4.1 Características del grupo experimental.....	119
5.4.2 Características del grupo de control	120
5.5 Periodo del experimento.....	121
5.6 Instrumentos de medición	121
5.7 Evaluación de Habilidades y Conocimientos mediante Pretest y Postest.....	121
5.7.1 Instrumento para evaluación de Conocimientos en etapa diagnóstica: Pretest.....	122
5.7.2 Instrumento para evaluación de Conocimientos en etapa final: Postest.....	123

5.8 Evaluación de las Actitudes mediante la Escala de Likert.....	124
5.8.1 Características para construcción de los ítems de la Escala de Likert.....	125
5.8.2 Instrumento para evaluación de Actitudes: Escala de Likert	126
5.8.3 Método para la aplicación de la Escala de Likert	128
5.9 Evaluación de Habilidades y Conocimientos mediante Lista de Cotejo.....	131
5.9.1 Características para la construcción de la Lista de Cotejo	131
5.9.2 Instrumento para evaluación de Conocimientos: Lista de Cotejo	132
VI. Resultados	136
6.1 Resultados de la aplicación Pretest y Postest para medir Conocimientos	136
6.2 Resultados de la aplicación de la Escala de Likert para medir Actitudes	140
6.2.1 Aplicación y validación de Instrumento de medición actitudinal	140
6.3 Resultados de la aplicación de la Lista de Cotejo para medir Habilidades.....	145
6.4 Contrastación de las variables dependientes	149
Discusión	151
Conclusiones	154
Referencias.....	157
Índice de figuras.....	162
Índice de tablas.....	163

Resumen

A partir de la contingencia en que nos encontramos y la gran diversidad de estudiantes que recorren las aulas virtuales, la educación enfrenta nuevos retos, trae consigo una serie de cambios y requiere ajustes en las estrategias didácticas que permita la integración del uso de la tecnología y que haga posible que el proceso de enseñanza y aprendizaje en arquitectura sea más flexible, la Facultad de Arquitectura de la UNAM, no es la excepción. La Educación 4.0 ofrece la oportunidad de trabajar con estrategias tecnológicas como elemento fundamental para promover y facilitar este proceso.

El presente estudio se centra en la asignatura de geometría situados en la etapa básica dentro del contexto de la Facultad de Arquitectura, UNAM, retoma el uso de estrategias tecnológicas enmarcadas en la Educación 4.0, bajo los principios teóricos del constructivismo, en particular los de origen sociocultural de Vigotsky y el cognitivo de Ausubel para generar un aprendizaje significativo, apoyado en las fases y niveles de razonamiento para la enseñanza de la geometría que plantea Van Hiele. Esta propuesta ofrece estrategias didácticas para favorecer el aprendizaje de los estudiantes que cursan la asignatura de geometría dentro de su formación como arquitectos.

El diseño de esta investigación fue un cuasi experimento con el objetivo de comparar un grupo experimental y un grupo de control en cuanto al grado de conocimientos, habilidades y actitudes como variables de comparación. Al grupo experimental se aplicó una propuesta llamada Edge 4.0 con base en el uso de estrategias tecnológicas, mientras que al grupo de control no, solo un modelo tradicional. Los resultados obtenidos en cuanto al grado de conocimientos, habilidades y actitudes mostraron que fueron superiores en el grupo experimental.

Por lo tanto, se discuten los resultados en términos del uso de las estrategias didácticas y tecnológicas que, apoyados en un marco teórico situado en el constructivismo mediante fases y niveles de razonamiento para la enseñanza de la geometría diseñadas en esta propuesta, favorecen significativamente el proceso de aprendizaje de la geometría para su aplicación en arquitectura.

Palabras clave: Educación 4.0, estrategias tecnológicas, aprendizaje, geometría, arquitectura.

Abstract

From the contingency in which we find ourselves and the great diversity of students who travel through virtual classrooms, education faces new challenges, brings with it a series of changes and requires adjustments in didactic strategies that allow the integration of the use of technology and that makes it possible for the teaching and learning process in architecture to be more flexible, the Faculty of Architecture of the UNAM, is no exception. Education 4.0 offers the opportunity to work with technological strategies as a fundamental element to promote and facilitate this process.

The present study focuses on the subject of geometry located in the basic stage within the context of the Faculty of Architecture, UNAM, takes up the use of technological strategies framed in Education 4.0, under the theoretical principles of constructivism, in particular those of sociocultural origin of Vigotsky and the cognitive of Ausubel to generate significant learning, supported by the phases and levels of reasoning for the teaching of geometry proposed by Van Hiele. This proposal offers didactic strategies to favor the learning of students who study the subject of geometry within their training as architects.

The design of this research was a quasi-experiment with the aim of comparing an experimental group and a control group in terms of the degree of knowledge, skills and attitudes as comparison variables. A proposal called Edge 4.0 was applied to the experimental group based on the use of technological strategies, while the control group was not, only a traditional model. The results obtained in terms of the degree of knowledge, skills and attitudes showed that they were superior in the experimental group.

Therefore, the results are discussed in terms of the use of didactic and technological strategies that, supported by a theoretical framework located in constructivism through phases and levels of reasoning for the teaching of geometry designed in this proposal, significantly favor the learning process of geometry for its application in architecture.

Keywords: Education 4.0, technological strategies, learning, geometry, architecture.

Introducción

“A lo largo de la historia encontramos diferentes paradigmas y formas de concebir la arquitectura que han determinado la manera en que la sociedad visualiza al arquitecto, a la arquitectura, a la forma de enseñarla, aprenderla y de ejercerla” (Facultad de arquitectura, 2016).

La gestión del conocimiento dentro de las aulas, es sin duda uno de los propósitos primordiales del docente, a partir de la elección de un enfoque pedagógico y de acuerdo a los objetivos de cada asignatura que se imparte. Sabemos que a partir del momento en el que nos encontramos, derivado de la contingencia que se vive a nivel mundial, se tiene que la modalidad en la educación es de manera remota y a distancia lo que trae consigo una serie de cambios en el proceso de enseñanza aprendizaje. La propuesta pedagógica para esta investigación denominada *“Estrategias didácticas enmarcadas en la Educación 4.0 para favorecer el aprendizaje de la geometría aplicada en arquitectura”*, ofrece la oportunidad de potenciar y fortalecer este conocimiento dentro de la Facultad de arquitectura, UNAM, y que se puede extender a otras escuelas de arquitectura.

La matemática, en particular la geometría, es un conocimiento que no es indescifrable para la arquitectura, debe ser flexible para los estudiantes mediante una didáctica con base en el uso de la tecnología que les permita interactuar en su proceso formativo, de esta manera facilitar la abstracción que encontramos en *“la geometría como campo didáctico por excelencia para la enseñanza de la matemática”* (Díaz Barriga, 2021). Por lo tanto, derivado de esta interacción, el estudiante tendrá una mejor actitud hacia el uso de las tecnologías, que le permitirá adquirir los conocimientos y habilidades para identificar y comprender los componentes importantes que ofrece la geometría como una herramienta de diseño para aplicar en arquitectura.

La conformación acerca del concepto sobre lo que es Arquitectura, es muy cambiante, debido al tiempo en donde se ejecute, pero existe un hilo conductor que ha definido este concepto, expresándolo como un carácter multidisciplinario ya que es un conjunto de asignaturas que lo integran (Facultad de Arquitectura, 2017). Este estudio acotará la dimensión en una de esas asignaturas: **Geometría**, para entender y profundizar dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje hacia una aplicación en la arquitectura, contestando la siguiente pregunta de trabajo: *¿Cuál es el papel de las estrategias tecnológicas en el proceso de enseñanza aprendizaje de la geometría para su aplicación en arquitectura?*

El Capítulo I. Geometría, Arquitectura y Educación 4.0, aborda un marco conceptual que nos acerca a entender a la geometría como herramienta proyectual, “[...] cuyo objetivo principal es el

conocimiento y la creatividad en el espacio tridimensional, por esta razón se encuentra presente en la creación [y el] diseño [...]” (Alsina,2005). Por lo tanto, la geometría por tratarse de un instrumento tiene grandes aportaciones en la arquitectura, ofrece métodos de diseño para describir gráficamente objetos tridimensionales sobre una superficie bidimensional, esto sin duda de gran utilidad dentro del proceso de diseño en cualquiera de sus etapas, así que partiendo de esta premisa y de la necesidad de resolver problemáticas en la producción del objeto arquitectónico y en particular de cada componente, ayuda a caracterizar las propiedades del objeto y por tanto, se considera como elemento ineludible dentro de la formación de estudiantes de arquitectura.

Además, se aborda los fundamentos que ofrece la Educación 4.0 que nos permite trabajar de manera flexible con base en el uso de estrategias tecnológicas que actúan como un catalizador clave en el proceso de esta transformación digital de la educación en la que nos encontramos.

Por lo tanto, las tecnologías digitales han influido en la manera de aprender y, en consecuencia, en la manera de enseñar, propia del colectivo docente [y del investigador] (Siemens, 2006).

El Capítulo II. Fundamentos teóricos y pedagógicos, trata lo relacionado con el marco teórico de la propuesta. Se consideran aspectos importantes del constructivismo mediante una perspectiva compartida por diferentes tendencias de acuerdo con algunos autores.

Principalmente se rescata **la teoría sociocultural** que plantea Vigotsky para promover un desarrollo integral, sociocultural, en donde el estudiante es capaz de construir sus propios conocimientos mientras adquiere una cultura y socializa para crear zonas de desarrollo próximo, el apoyo decrece en tanto crecen las habilidades y conocimientos. Igualmente, se retoma **la teoría cognitiva** del aprendizaje de Ausubel para promover la enseñanza, como elemento importante a considerar son los conocimientos previos que el estudiante ya posee en su estructura cognitiva, lo que permite dar un significado a los conocimientos nuevos. Además de **la teoría psicogenética** de Piaget, en donde el estudiante construye su realidad e intenta matematizarla progresivamente, se establece el rol del estudiante como constructor activo para la adquisición de conocimientos y se da a partir de etapas que son cualitativamente y cuantitativamente diferentes entre sí.

Igualmente, de **la teoría de Van Hiele**, se retoma lo relacionado con la evolución de niveles de razonamiento para el estudio y aprendizaje de la geometría y las fases que se generan durante el proceso de aprendizaje de manera sistemática. De **la teoría del conectivismo** se hace la inclusión de la tecnología como parte de la distribución de cognición y conocimiento para el aprendizaje en esta era digital. Comparte esta visión con el constructivismo que otorga el papel protagónico de su

aprendizaje al estudiante. (Sánchez et al, 2019). Finalmente, los estilos de aprendizaje con el que los estudiantes aprenden mejor, así entender como estructuran la información recibida para procesarla y utilizarla posteriormente, esto sin duda es importante para brindarles recursos y estrategias para que desarrollen mejor sus habilidades que favorecen su aprendizaje.

El Capítulo III. Estrategias didácticas y tecnológicas de aprendizaje, aborda lo relacionado con las estrategias didácticas planteadas por algunos autores, principalmente relacionadas con el constructivismo, además, las estrategias enmarcadas en la Educación 4.0, que son utilizadas en la propuesta dentro de este estudio, ofrece métodos que promueven el uso de las tecnologías para optimizar el aprendizaje. Derivado de esta relación, permite innovar y crear soluciones aplicadas a problemas reales y complejos en la arquitectura, que tiene como objetivo “[...] capacitar a un ser integral y multifuncional para lograr su autorrealización de manera permanente, lo que permite la construcción de **conocimientos, habilidades y actitudes** para la vida, el trabajo y la escuela”. (Flores et al., 2020), las cuales son las variables de estudio en esta investigación.

El Capítulo IV. La propuesta: Estrategias didácticas EDGE 4.0, fundamentalmente trata acerca de la estructura propuesta que se construyó como parte del tratamiento para favorecer el aprendizaje, se describe cada componente y lo que se retoma de cada uno de los elementos como son: el marco teórico basada en el constructivismo, la teoría del aprendizaje de la geometría, las estrategias tecnológicas que se derivan la Educación 4.0 como marco referencial (como son el mobile learning, aula invertida, narrativa media, gamificación y códigos de la educación inmersiva), igualmente los estilos de aprendizaje y el programa académico de trabajo, además del entorno virtual de aprendizaje (plataforma de interacción), asimismo la metodología y los instrumentos de medición utilizados para cumplir con el objetivo del estudio.

El Capítulo V. La metodología, aborda lo relacionado con el método aplicado y las características de los participantes, el periodo del cuasiexperimento y la técnica de medición de las variables con el que se llevó a cabo el estudio, esto el propósito de contrastar los resultados para comprobar el cumplimiento de los objetivos, y, por lo tanto, la hipótesis de trabajo.

El Capítulo VI. Los resultados, muestra esencialmente los datos obtenidos de cada uno de los instrumentos diseñados para la medición de las variables, de esta manera discutirlos para conocer la pertinencia del estudio y las implicaciones de las estrategias tecnológicas planteadas dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje a partir de los hallazgos.

Planteamiento del problema

El presente apartado sitúa el origen del interés problemático que parte de mi experiencia docente, lo que me permitió identificar que algo sucede en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la geometría en arquitectura, por consiguiente, me llevó a realizar una breve revisión del estado del arte respecto a este tema de interés, de manera que me permitió plantear la siguiente pregunta:

¿Existe una crisis en la enseñanza de la matemática en particular de la geometría?

Primeramente, la geometría ha sido durante siglos uno de los pilares en la formación académica, de tal modo que ha influido en la cultura del hombre, por esta razón se acepta de forma universal como una disciplina formadora del razonamiento lógico. Asimismo “es considerada [como una] ciencia que tiene por objeto analizar, organizar y sistematizar los conocimientos espaciales” (Alsina, Burgués y Fortuny, 1997; Martínez y Rivaya, 1998) citado en (Báez e Iglesias, 2007). Más aún, este conocimiento es fundamental para el pensamiento espacial y matemático; en consecuencia, debe ser un contenido indispensable dentro de los planes de estudio de todos los niveles educativos [y, por tanto en las escuelas de arquitectura], (Báez e Iglesias, 2007).

Durante la segunda mitad de siglo XX, la geometría parece tener una pérdida progresiva de su posición formativa y central en la enseñanza de las matemáticas en la mayoría de los países (Jaume, 2005). Del mismo modo Pozo (2002) destaca que esta falta de estima se refleja en una drástica reducción de carga horaria que ha sufrido en los planes de estudio de reciente implantación en las escuelas de arquitectura [a nivel mundial y con una tendencia a desaparecer en la formación del arquitecto], en este sentido “está ha sido sustituida por asignaturas que aportan conocimientos interesantes, pero sin tener el carácter básico que puede atribuirse al dominio de reglas y sintaxis de lenguajes específicos de la geometría” (Pozo, 2002), este lenguaje es un medio de comunicación que es utilizado inexcusablemente en la arquitectura.

Como lo hace notar, Jaume (2005) este decaimiento ha sido tanto cualitativo como cuantitativo. Los síntomas de esta reducción se encuentran, por ejemplo, en los recientes encuestas nacionales e internacionales sobre el conocimiento matemático de los estudiantes, con frecuencia la geometría es totalmente ignorada en ellas, o solamente se incluyen muy pocos ítems de geometría. Asimismo, Rodríguez (2012), sostiene que esta problemática se debe a un extravío didáctico y metodológico, donde tiene que ver la formación del docente. También propone “[que la] educación matemática para este siglo XXI debe enseñar lo puntual como una medida de aplicación científica y tecnológica acorde con los requerimientos de la sociedad, sin descuidar la formación humana

integral del discente y su cotidianidad, contexto y cultura. Por otro lado se debe considerar los intereses de los estudiantes acorde a estilos y ambientes de aprendizaje, además del desarrollo tecnológico del contexto en donde nos encontramos.

En este mismo sentido Gamboa y Balletero (2009) resaltan que la enseñanza tradicional de la geometría [solo] se enfatiza hacia el estudio memorístico de áreas, volúmenes, definiciones geométricas, teoremas y propiedades, estudios muy básicos, puesto que se lleva a cabo de manera mecánica y descontextualizada, en consecuencia, se traduce en la concepción de esta, como una disciplina poco útil, y por lo tanto, se reporta un desempeño relativamente pobre, de manera que el estudiante de arquitectura no muestra suficiente interés en la asignatura.

¿Cuáles son las principales causas de esta situación?

En el período de 1960 hasta 1980, se dio una presión general en el currículo matemático contra temas tradicionales, debido a la introducción de otras asignaturas, al mismo tiempo el número de horas escolares dedicadas a las matemáticas [en particular de la geometría] se fue disminuyendo y por lo tanto hubo una decadencia (Jaume, 2005). En este sentido algunos docentes priorizan la enseñanza de la matemática desplazando contenidos de geometría o en casos atenderlos superficialmente (Abrate, Delgado y Pochulu, 2006) citado en (Gamboa y Balletero, 2009).

Como señala Jaume (2005) el "movimiento de las matemáticas modernas" ha contribuido, al menos indirectamente para disminuir el rol de la geometría euclidiana favoreciendo otros aspectos de la matemática y otros puntos de vista para su enseñanza. Esta declinación ha involucrado en particular aspectos visuales de la geometría tanto la tridimensional como la bidimensional, y todas aquellas partes que no encajaron dentro de la teoría de los espacios lineales, como el estudio de las secciones cónicas y de otras curvas notables. Esta situación no ajusta con las tendencias actuales, que sugieren oportunidades de aprendizaje donde los educandos participen de manera activa en el desarrollo de conocimiento para apropiarse de él (Hernández y Villalba, 2001).

En años recientes ha habido un retorno hacia contenidos más tradicionales en matemáticas, con un énfasis específico sobre actividades de planteamiento y solución de problemas. De cualquier manera, los intentos de restablecer la geometría euclidiana clásica "la que al principio y en muchas partes del mundo fue la materia principal en la geometría escolar" no han sido muy exitosos (Jaume, 2005). En los cursos tradicionales de geometría, el material es usualmente es presentado a los estudiantes como producto final ya hecho de la actividad matemática, esto es un error metodológico. En este mismo sentido Gamboa y Balletero (2009), destacan que lo más importante

es el proceso implícito de la construcción y razonamiento en la asignatura. Así que esto permite que los estudiantes tomen una parte activa en el desarrollo de su conocimiento matemático.

“La enseñanza de la arquitectura cambia a través del tiempo” (Alva,1990), en consecuencia, apreciamos una serie de transformaciones que permiten realizar una reflexión sobre los resultados de estos procesos para adecuarse a los retos del contexto en donde se desenvuelven. Esto ha sucedido en la Facultad de Arquitectura, UNAM, con el periodo de transición del Plan de Estudios 1999 al Plan de estudios 2017.

De esta manera se observa que en la facultad de arquitectura, UNAM, las bases ofrecidas en la asignatura de geometría para los estudiantes son buenas, pero básicas, es decir, solo se identifica el uso de la montea bidimensional, ya sea biplanar o triplanar que utilizan para describir un objeto tridimensional, por lo tanto, no llegan a conocer hasta donde esta herramienta es capaz de aportarles dentro del proceso proyectual, y por esta razón no es aprovechada para llevarla a una aplicación debido a que les cuesta trabajo entender que la geometría juega un papel muy importante para el tratamiento de las formas en arquitectura.

Durante los últimos 6 años, dentro de la práctica docente que he realizado en las asignaturas de geometría I, II y III, situados en la etapa básica y de desarrollo, tomando como marco referencial el ya mencionado plan de estudios 2017 de la facultad de arquitectura UNAM, las principales observaciones de donde parte esta investigación han sido; la modificación de los contenidos temáticos de la asignatura de geometría y su salida administrativa del bloque de taller de Integral, este último fue confirmado “[...] como la forma de organización pedagógica y eje rector del plan de estudios; en torno a este eje, se estructuran todas las asignaturas que constituyen la base formativa del estudiante [...]” (Facultad de arquitectura, 2016).

De acuerdo con estos ajustes la pauta a seguir es sobre geometría descriptiva, sin aplicación directa y tangible en arquitectura, esto permite diagnosticar una serie de limitaciones importantes que a continuación se destacan:

- Primero, no hay una didáctica bien estructurada, se basa en una didáctica tradicional.
- La ausencia de una herramienta proyectual que permite no solo dar forma, si no obtener dimensiones con las que se establece una proporción de los componentes en arquitectura.
- El uso de la tecnología no se lleva a cabo adecuadamente para fortalecer y facilitar la enseñanza de la geometría y que permita a los estudiantes desarrollar su creatividad.
- El objetivo general presenta limitaciones con respecto a los contenidos temáticos, sin

embargo, se pueden aprovechar ambos, como una base para enriquecer el aprendizaje, acotando y profundizando los temas, para alcanzar lo que se plantea.

- El contenido temático propone una base importante de la geometría descriptiva que solo se queda en un plano abstracto, limitando al estudiante a llegar a una aplicación, para producir un aprendizaje significativo para su formación a partir de geometría.
- El uso de los movimientos auxiliares para encontrar verdadera forma y magnitud (VFM) de cualquier objeto o componente se resuelve solo de manera gráfica, lo que es una limitante, debido a que en el diseño de cimbra es importante describir las propiedades de cada componente con la aplicación del análisis matemático, lo que permite la materialización del objeto arquitectónico de manera clara, eficiente, flexible y completa, en donde se evidencia los procesos implícitos en este conocimiento.
- Se plantean temas para alcanzar un objetivo general: construir el objeto, pero se propone trabajar con la volumetría hasta el segundo semestre, lo cual limita al estudiante al desarrollo de la imaginación y conocimientos para abordar el objeto de estudio de manera tridimensional, y no le permite materializarlo de manera adecuada.
- En cuanto a la asignatura de matemáticas, se comprime en uno solo semestre en el plan de estudios 2017, pero con el reto de cubrir más del 80% del contenido temático que se tenía en el plan de estudios 1999, se contaba con dos semestres, matemáticas aplicadas I y II.
- En un diagnóstico realizado en el semestre 2020-2, se tomó una muestra de 262 estudiantes de la asignatura de geometría en 8 de los talleres de la Facultad de Arquitectura, el 48% de la muestra obtuvo una evaluación aprobatoria, sin embargo, el promedio de conocimientos general fue de 5.5 además de tener un desconocimiento de conceptos básicos de la asignatura (obtenido del Pretest aplicado a grupos de geometría, Lomelí, 2021).

Por lo tanto, a partir de las limitaciones y problemáticas observadas, y conocidas las condiciones actuales con la que se aborda la enseñanza de la geometría en la Facultad de Arquitectura, UNAM, se propone la presente investigación, centrada en un modelo coherente de estrategias tecnológicas derivadas de la Educación 4.0, cuyos resultados podrían ayudar a reducir las limitaciones enunciadas, para favorecer los conocimientos, habilidades y actitudes de los estudiantes, haciendo más flexible el proceso de enseñanza y aprendizaje de la geometría en la arquitectura e involucrando a los estudiantes de forma activa.

Preguntas de investigación

¿En qué medida las estrategias tecnológicas tales como, el aula invertida, el mobile learning, la narrativa media, la gamificación y el uso de códigos y hologramas de la educación inmersiva, favorecen el conocimiento, las habilidades y las actitudes de la geometría en arquitectura?

¿Cómo se pueden integrar las tecnologías derivadas de la Educación 4.0, en un modelo coherente de estrategias en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la geometría en la arquitectura?

Hipótesis

Las estrategias tecnológicas derivadas de la educación 4.0, el aula invertida, el mobile learning, la narrativa media, la gamificación y el uso de códigos y hologramas de la educación inmersiva, favorecerán los conocimientos, habilidades y actitudes en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la geometría en la arquitectura.

Objetivo general

Conocer en qué medida las estrategias tecnológicas derivadas de la Educación 4.0, el aula invertida, el mobile learning, la narrativa media, la gamificación y el uso de códigos de la educación inmersiva, favorecen los conocimientos, habilidades y actitudes en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la geometría para su aplicación en la arquitectura.

Objetivos específicos

- Comparar si las diferencias son significativas en cuanto a conocimientos, habilidades y actitudes, entre el grupo un experimental y un de grupo de control.
- Identificar las estrategias tecnológicas de aprendizaje dentro del marco de la Educación 4.0, para adecuarlas en la enseñanza de la geometría aplicada en arquitectura.
- Desarrollar las estrategias tecnológicas derivadas de la Educación 4.0, el aula invertida, el mobile learning, la narrativa media, la gamificación y la educación inmersiva, para implementarlas en el proceso de enseñanza aprendizaje.
- Llevar a cabo la implementación de las estrategias tecnológicas desarrolladas.
- Medir el efecto que producen las estrategias tecnológicas de la Educación 4.0 para favorecer los conocimientos, habilidades y actitudes de la geometría en arquitectura.
- Identificar las preferencias de modalidad sensorial para la formación de los equipos de trabajo colaborativo de manera heterogénea, para el desarrollo de habilidades.

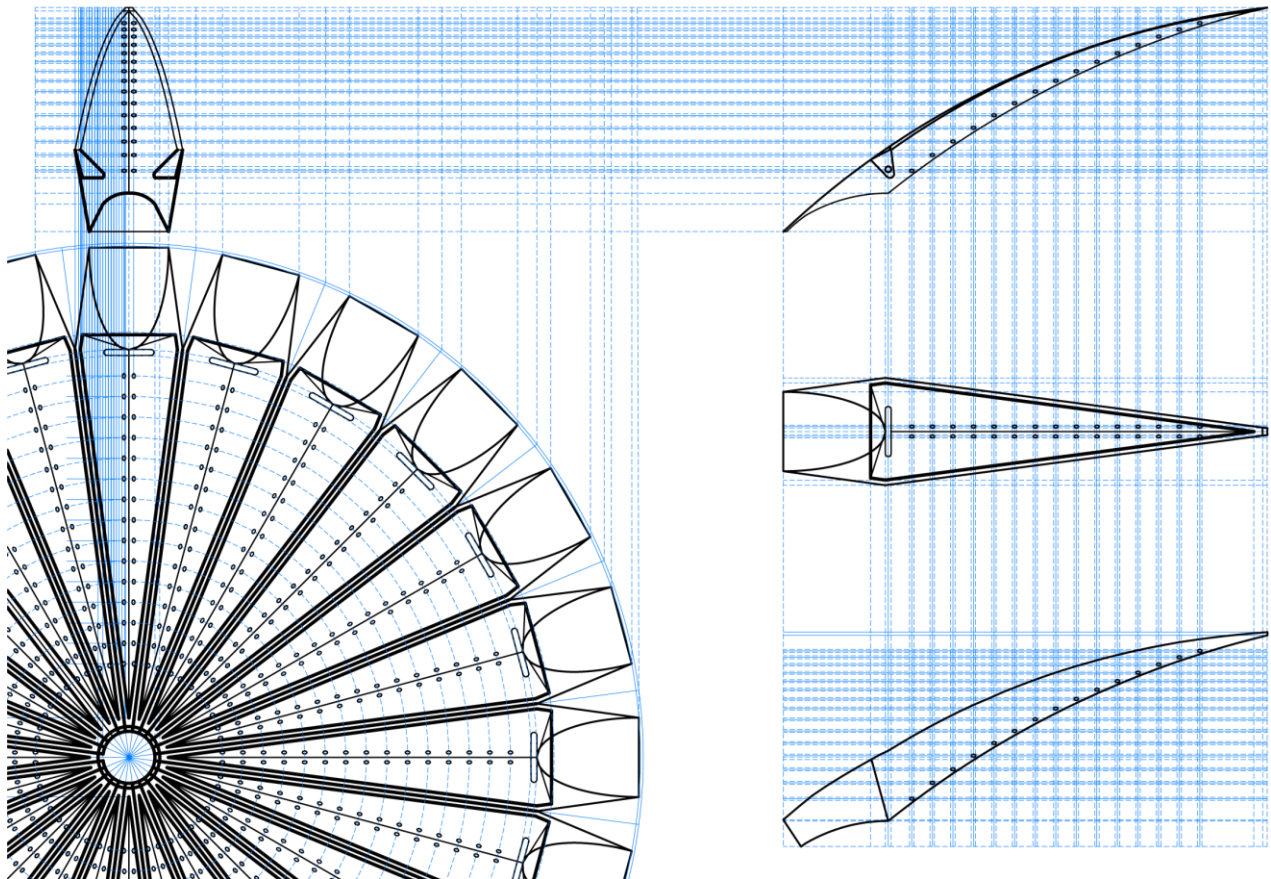


Figura 1 Taller de Geometría II. Actividad: Interpretación de la configuración geométrica de la obra: Ópera de Palma de Mallorca. Tomado de Lomeli, V. (2017).

I. Geometría, Arquitectura y Educación 4.0

1.1 La geometría y la arquitectura

La relación entre arquitectura, geometría y matemáticas es milenaria. Alsina (2005), menciona “La geometría es una rama fundamental de la matemática cuyo objetivo principal es el conocimiento y la creatividad en el espacio tridimensional, por esta razón se encuentra presente en la creación del diseño y la arquitectura”. Siendo está definida como el instrumento con el que delimitamos, cortamos, precisamos y formamos el espacio, es muy recurrente a emplearse como una herramienta proyectual, potencia la actividad dentro del proceso de diseño en la arquitectura.

Empleando las palabras de Giancarlo de Carlo (1975), “la forma tridimensional de la arquitectura no es el exterior de un sólido, sino la envoltura cóncava y convexa de un espacio; y a su vez el espacio no es el vacío, sino el lugar volumétrico en el que se desenvuelve toda una serie de actividades posibles y variadas”. En consecuencia, en el caso de la arquitectura, la “invención” se refiere a un “sistema espacial organizado” que experimentamos a través de su utilización y que percibimos a través de su forma”.

Alsina, (2005) citado por Dorado, (2016) menciona:

[...] de la fiel alianza con la geometría para transformar el espacio físico nace la arquitectura y de la utilización de los principios geométricos nace el diseño [...] La arquitectura no es una ciencia pura, se nutre entre otras ciencias, de la matemática (cálculos geométricos, formales y estructurales), de la física (confort ambiental) y de la química (materiales de construcción).

Asimismo, en arquitectura, la geometría por tratarse de un instrumento de precisión gráfico, tiene la capacidad de aportar métodos de diseño para la descripción de objetos tridimensionales sobre una superficie bidimensional, es de gran utilidad dentro del proceso de diseño en cualquiera de sus etapas, así que partiendo de esta premisa y de la necesidad de resolver problemáticas en la producción del objeto arquitectónico y en particular de cada uno de los componentes, ayuda a caracterizar las propiedades de dicho objeto y de esta manera se considera un elemento de gran importancia que incide en el proceso de formación para los estudiantes de arquitectura.

Por esta razón, hablar de la geometría remite a la educación matemática, permite recordar, configurar y reflexionar acerca del pensamiento espacial dentro de los procesos educativos por los que pasa el estudiante, esto ayuda a entender cada volumetría mediante la exploración con el material para su construcción y el análisis numérico que los envuelve, dentro de esta relación.

La aportación de la matemática, en particular de la geometría permite desarrollar la creatividad dentro del contexto de la arquitectura, para Alsina (2016), “el rol clásico de la educación matemática en las escuelas de arquitectura se centra en la trasmisión de técnicas y resultados instrumentales que debió superarse hace mucho tiempo”, por lo tanto, es importante considerar este conocimiento como parte del desarrollo de habilidades y capacidades que contribuyen con el sentido común, la imaginación y la creatividad que se reflejan en el diseño de espacios y objetos arquitectónicos, el primer objetivo de aprender la matemática es llegar a pensar mejor, así que se debe tener una definición precisa.

Alsina (2016), señala “Formar a los estudiantes de arquitectura para un desarrollo creativo de sus capacidades espaciales y un uso inteligente de estrategias matemáticas ante problemas del contexto arquitectónico”. El uso de las tecnologías hace necesario que se lleve a cabo el sentido numérico y la revisión crítica de resultados que ofrecen los programas (software), pero esto exige la actualización y una revisión crítica de las estrategias didácticas por parte del docente, ya que lo más importante es llevar a cabo el análisis de cada tema que se relaciona con la arquitectura mediante una aplicación, considerando una exhausta exploración de los contenidos temáticos para que el estudiante pase del conocimiento abstracto dándole sentido a un aprendizaje significativo, por lo tanto esto les permita competir en el campo laboral.

La matemática en arquitectura debe ser algo más que un conjunto de conceptos, fórmulas y destrezas que el estudiante debe comprender, el dominio de este conocimiento le permitirá adquirir las habilidades necesarias para solucionar problemáticas que se presenten en el proceso proyectual en arquitectura, por lo tanto, el razonamiento empleado para lograrlo debe asociarse con el entendimiento de la configuración geométrica y la contextualización del objeto arquitectónico.

La resolución de problemas es un aspecto fundamental en la enseñanza de la matemática, que contribuye al desarrollo del aprendizaje entre los conceptos matemáticos y la situación a resolver. Esto implica un proceso de reflexión y elaboración personal por parte de los actores principales dentro de este proceso (Fritz et al.,2014). Este cambio debe producirse de manera actitudinal involucrando el uso de estrategias tecnológicas, así como una constante actualización docente.

De acuerdo con Carmona (1980), destaca: “La matemática como una expresión de la mente humana refleja la voluntad activa, el deseo de perfección estética; desarrolla la imaginación, pero limita a ir más allá de la lógica rigurosa”. En palabras de este autor, Toda ciencia en su interacción con las matemáticas, pasa por cuatro fases:

Empírica; cuando se cuentan los hechos, *Experimental*; cuando se los mide, *Analítica*; cuando se los calcula, *Axiomática*; cuando se los deduce, convirtiéndose en un órgano de acción y en un modo de perfección. Debe considerarse a la matemática como la que establece una unión orgánica ente la ciencia pura y la aplicada, un equilibrio estable entre la generalidad abstracta y la individualidad concreta.

Desde la posición de Calcerrada (2013), prácticamente ha desaparecido la figura del arquitecto que reúne las figuras del artista, del geómetra y del calculista, hoy los cálculos se dejan para el ingeniero, el geómetra simplemente ha desaparecido del escenario, y el protagonista es el arquitecto compositor que diseña y que es el responsable que el constructor realice fidedignamente lo que fue previamente proyectado, es decir, el arquitecto técnico.

Dentro del contexto de la facultad de arquitectura UNAM, es importante señalar que estas asignaturas se sitúan en la etapa básica y de desarrollo, es decir primer y segundo año de la carrera, en donde la carga horaria es muy limitada para el extenso contenido que nos ofrece la geometría. Esta se debe aprovechar para que el estudiante tenga el acercamiento de manera inmediata a estos conocimientos que les permita llevar a cabo la resolución de problemáticas de cualquier objeto tridimensional, sin duda esto facilita la descripción gráfica entendiendo la configuración de los componentes del objeto para su mejor comprensión, de esta manera les permitirá desarrollar sus habilidades creativas, así llevarlas a una aplicación en este corto espacio, dejando de ser solo la transmisión de técnicas dentro de un plano abstracto. Como resultado de esta aplicación les producirá un aprendizaje que les signifique y que puedan utilizarlo como una herramienta proyectual, siendo esta muy indispensable para el arquitecto.

1.2 La geometría como herramienta proyectual

Para proyectar se requiere poseer un método gráfico de proyección: una geometría del diseño arquitectónico, en donde la palabra “diseño” reviste el doble significado de invención, proyectación y de operación gráfica para la construcción de la propia invención. (Giancarlo de Carlo, 1975). En este sentido Quaroni menciona:

El papel de la geometría constituye para el arquitecto una base, un medio disciplinar, un instrumento indispensable en el tratamiento de las formas que son parte de la composición de los espacios, en donde la relación entre geometría y arquitectura se estructura desde 3 puntos de vista: como un sistema de formas resultantes de espacios y configuraciones del objeto, como sistema gráfico matemático empleado para materializar el objeto

arquitectónico, por último como medio gráfico para transmitir y comunicar la idea principal proyectual, así como la estructura arquitectónica del edificio en cualquiera de sus fases del proceso, desde la ideación hasta la materialización definitiva del objeto (Quaroni, 1980).

De acuerdo con Pozo (2002) menciona que la geometría debe orientarse desde un enfoque práctico utilitarista, desde inicio de la formación de los estudiantes de arquitectura, con el propósito de proporcionar la capacidad de representar de modo correcto y preciso apoyado del análisis y la representación exacta y rigurosa de sus volúmenes y las sombras que provoca.

“El material didáctico, juega un papel fundamental en la enseñanza aprendizaje de la Geometría, su correcta ejecución constituye una importante base en la adquisición de conceptos, relaciones y métodos geométricos ya que posibilita una enseñanza activa” (Alsina, 2008).

En este sentido Fernández (2006), considera “La geometría es una herramienta que permite realizar operaciones gráficas bidimensionales para construir y controlar formas tridimensionales espaciales”, Por lo tanto, facilita la exploración para realizar actividades propias dentro del proceso de diseño en arquitectura, desempeña un papel importante. Del mismo modo retomando lo planteado por Giancarlo de Carlo y Ludovico Quaroni, esto se inicia desde la fase de ideación pasando por el proceso de desarrollo y hasta llegar a la materialización del objeto en arquitectura.

Por lo tanto, se considera a la geometría como una herramienta proyectual dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje para la formación de estudiantes de arquitectura, que se logra a partir de una metodología que permita sistematizar dichos procesos gráficos que permitan atender y resolver problemáticas en la producción arquitectónica.

1.3 La Educación 4.0.

Nos encontramos en la transición de una revolución tecnológica que está transformando la forma en que vivimos, trabajamos y en cómo nos relacionamos, por sus dimensiones, alcance y complejidad, está es diferente a todo lo que la humanidad haya experimentado (Bañuelos 2020).

Tomamos como referencia las revoluciones industriales a través de los últimos 4 siglos: La 1ra. revolución industrial dio inicio a finales del siglo XVIII esta fue considerada como catastrófica por la gran disminución de la mano de obra y la utilización de la energía del agua y del vapor para mecanizar la producción, con alta precisión de manera eficiente y con menor costo.

Igualmente, la 2da. revolución industrial a finales del siglo XIX que fue fortalecida por el uso de la energía eléctrica para la producción en masa con líneas de montaje, igualmente sustituyó a trabajadores calificados para darles una tarea específica dentro del proceso de la línea de

producción caracterizada por la rapidez, calidad y menor costo de producción.

Asimismo, en la 3ra. revolución industrial en 1970 introduce la tecnología de la información y la electrónica para favorecer y automatizar los procesos industriales, ya con la aparición de la computadora, el internet, los sistemas complejos de las cuales se derivaron las redes inalámbricas de celulares, lo que llegaría para quedarse en toda actividad laboral, académica y doméstica.

Por último, la 4ta. Revolución industrial donde nos encontramos [actualmente], se presenta como una revolución digital, [se caracteriza por la fusión de las tecnologías], de acuerdo con Pérez, Rivera y Hernández (2019) citado por Bañuelos (2020), donde los límites entre las esferas físicas, digitales y biológicas se están diluyendo para dar pie al liderazgo que toma la inteligencia artificial, la robótica, el internet de las cosas, los vehículos autónomos, la bio y la nanotecnología, la impresión 3D, la ciencia de materiales, la computación cuántica y el almacenamiento de energía, [esto conocido como las nuevas tecnologías disruptivas, procedentes de la Industria 4.0].

Derivada de cada revolución industrial, la Educación 1.0 se caracteriza como una enseñanza en una sola dirección que estaba centrada en la evaluación a partir de exámenes y del trabajo individual, la Educación 2.0 se definió como una enseñanza bidireccional en donde se establece la importancia de la interacción entre los estudiantes con sus pares, en la Educación 3.0 el aprendizaje es auto dirigido, fomenta la búsqueda de la información digital y estimula competencias para la creación de contenido, la Educación 4.0 se basa en las principales tendencias de la innovación, los aprendizajes se centran en las competencias tales como la autodirección, la autoevaluación y el trabajo en colaborativo. En consecuencia “tiene como objetivo capacitar a un ser integral y multifuncional para lograr su autorrealización de manera permanente, esto permite la construcción de conocimientos, habilidades y actitudes para la vida, el trabajo y la escuela”. (Flores et al., 2020).

Carranco & Endo, (2020) mencionan que la Educación 4.0 se considera un enfoque educativo ecléctico, relaciona teorías, métodos y estrategias que promueven el uso de las tecnologías para optimizar el aprendizaje, derivado de esta relación, permite innovar y crear soluciones aplicadas a problemas reales y complejos.

De manera que el estudiante es, el protagonista es este proceso de formación que le dará la capacidad de enfrentar la demanda que requiere la industria 4.0.

[...] La transformación digital de la educación es un proceso imparable, de gran impacto e irreversible. La pregunta para las escuelas no es, si se suben o no a la ola imparable de la transformación digital, ya que las que no lo hagan desaparecerán, sino la velocidad a la que

van a realizar este proceso. En este sentido, la tecnología es un catalizador clave del proceso de transformación digital de la educación. (Ranz, 2016) citado por (Pérez, Rivera y Hernández, 2019), (Carranco & Endo, 2020).

Para este estudio se utiliza como marco referencial la Educación 4.0, utiliza la tecnología como una herramienta de acceso, organización, creación, y difusión de los contenidos temáticos, “[...] podría pensarse que la tecnología o la transformación digital en la educación es el reto más importante, pero no es así, el reto tecnológico es lo más fácil, el verdadero desafío tiene que ver con las personas que han de gestionar este cambio”, (Pérez-Romero, Rivera, Hernández, 2019), citado por (Carranco & Endo, 2020).

Por lo tanto, es fundamental para esta propuesta de investigación, el uso de las estrategias didácticas enmarcadas en la Educación 4.0 para facilitar los conocimientos y entender la importancia de la asignatura en la formación de los futuros arquitectos en el contexto de la Facultad de Arquitectura, UNAM, entendido como un medio dentro del proceso de enseñanza aprendizaje.

Además de utilizar como enfoque teórico pedagógico el constructivismo a partir del aprendizaje significativo, tendencia pedagógica actual contemporánea, que invade este ámbito de la educación, la mayoría de los autores de este pensamiento concibe al conocimiento como una construcción personal que realizamos los seres humanos en interacción con el entorno próximo que nos rodea.

El reto ante la diversidad de estudiantes, es en relación a sus estilos de aprendizaje, lo que demanda del docente la iniciativa y creatividad para presentar estrategias y alcanzar los objetivos en la que se da importancia tanto a la adquisición de conocimientos como al desarrollo de habilidades y actitudes, se consideran las estrategias tecnológicas como un elemento fundamental para favorecer el aprendizaje de la asignatura en cuestión mediante la creación de ecosistemas tecnológicos autorregulados, en un entorno virtual de aprendizaje construido mediante la configuración del mobile learning como apoyo para que el estudiante de manera sincrónica y asincrónica utilicen los recursos, materiales y actividades orientadas a facilitar el autoaprendizaje, mediante patrones de interacción, en donde los estudiantes interactúan de acuerdo a sus preferencias de modalidad sensorial para potenciar el conocimiento.

1.4 Estrategias tecnológicas de aprendizaje de la Educación 4.0

A continuación, se detallan las estrategias tecnológicas consideradas para la propuesta, y que son implementadas dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje de la geometría. También se describen algunas tendencias que derivan de la Educación 4.0.

El aula invertida como estrategia tecnológica de aprendizaje, permite que el estudiante tenga la posibilidad de invertir los momentos y roles de la enseñanza tradicional, para lo que requiere que el docente produzca contenidos temáticos de las asignaturas que imparte, de manera gráfica, auditiva y audiovisual para reforzar el conocimiento desarrollado en sesiones presenciales o remotas, de manera sincrónica o asincrónica.

Martínez, Esquivel y Martínez, (2014) mencionan que este término fue acuñado por Lage, Platt y Treglia, (2000), fue utilizada para detallar la estrategia implementada dentro del aula, se refiere al empleo de técnicas en cualquier disciplina en el que el docente solicita el acercamiento a temas específicos previos a la clase (Talbert, 2012 Tucker, 2012). Esta a su vez establece el uso de la tecnología multimedia para acceder al material de apoyo previo a las asesorías.

Mobile Learning permite el diseño de contenidos para ser alojados y gestionados mediante una metodología de enseñanza aprendizaje que permite la interacción mediante dispositivos móviles, como; los teléfonos, agendas electrónicas, tabletas, PC, reproductores de mp3, ipads, y todo dispositivo de mano que tenga alguna forma de conectividad inalámbrica. Como indican los autores, se trata de un término difundido que relaciona la movilidad con el contexto de aprendizaje. Entre sus ventajas radican la flexibilidad espacio temporal, su versatilidad, la facilidad de comunicación y, sobre todo, su motivación intrínseca en los estudiantes, acostumbrados a este tipo de tecnología para sus relaciones y su comunicación cotidiana.

El Mobile Learning también entendido como E-Learning a través de dispositivos móviles de comunicación (Quinn, 2000), citado por Moreno, Leyva & Matas (2016), posee tres elementos esenciales: el dispositivo, la estructura de comunicación y el modelo de aprendizaje (Chang, Sheu & Chang, 2003).

Narrativa transmedia: para este tipo de estrategia es importante el desarrollo de contenido por parte del docente, mediante un relato multimedia que acerca a los estudiantes al contenido para la comprensión del tema. En palabras de Ambrosino (2017), el hacer narrativo, entendido como una práctica de interpretación y producción de sentido transmediática, debería de ocupar un lugar destacado en los procesos de configuración didáctica. Igarza (2011) anticipa esta influencia

tecnológica y de dispositivos que portan esos ambientes:

El entorno multimedia se caracteriza por una fractura de la linealidad narrativa al dotar al discurso de una arquitectura poliédrica, permeable y participativa. Aparecen la riqueza y la debilidad multitextual del nuevo medio: existen simultáneamente sobre un mismo soporte visual contenidos de naturaleza heterogénea; pueden ser expresados en varios idiomas diferentes; un lenguaje (codificado) de naturaleza informática subyace al lenguaje de lectura (decodificado) expositivamente diferente; una presencia en mosaico de contenidos y medios”. (Ambrosino, 2017).

Edutainment o gamificación: Esta estrategia permite aprender a partir de juegos electrónicos, digitales o manuales, para que el aprendizaje en el proceso educativo sea entretenido y significativo, es lo que conocemos como aprendizaje basado en juegos, es decir lúdico y recreativo. En palabras de Reig (2013) citado por Moreno, Leyva & Matas (2016), el aprendizaje basado en juegos, también llamado *Serious Games o Gamificación*, se da a partir de herramientas importadas a la educación desde los videojuegos, estas constituyen nuevas pedagogías que comienzan a generar grandes ejemplos de ludología y educación, surgiendo una multitud de juegos educativos como aplicaciones de smartphones y tablets. Desde esta perspectiva, entendemos por gamificación, el empleo de mecánicas de juego en entornos y aplicaciones no lúdicas con el fin de potenciar la motivación, la concentración, el esfuerzo, la fidelización y otros valores positivos comunes a todos los juegos. Se trata de una nueva y poderosa estrategia para influir y motivar a grupos de estudiantes. Así pues, estos mecanismos propios de los videojuegos trasladados al terreno educativo están resultando efectivos, según lo expuesto en el informe Horizon Report (2014:55), “la gamificación en la educación está ganando apoyo entre los educadores, quienes reconocen que juegos diseñados eficazmente, pueden favorecer un aumento significativo de la productividad y creatividad de los estudiantes”. Moreno, Leyva & Matas (2016).

Educación inmersiva. En esta estrategia se diseñan ecosistemas de aprendizaje a partir de tecnologías inmersivas tales como: háptica, realidad aumentada, realidad disminuida, realidad virtual, el uso de hologramas y códigos para que el estudiante manipule objetos o actúe en situaciones sin poner en riesgo la integridad de sí mismo la de los demás, para la investigación solo se propone utilizar como recurso didáctico el uso de hologramas o códigos en lo que se refiere a esta clasificación, esto debido a que el estudiante se identifica con estos para conseguir y explorar la información precisa y necesaria de los temas de la asignatura.

Lo referente al uso de la Realidad Aumentada: queda como prospectiva. Esta estrategia hace referencia en palabras de Cobo y Moravec (2015), a la visualización directa o indirecta de elementos del mundo real combinados o aumentados, con elementos virtuales generados por un ordenador, cuya fusión da lugar a una realidad mixta, para lo que a juicio de Basogain, Espinosa, Rouéche & Olabe (2007), afirman que la realidad aumentada no reemplaza el mundo real de un mundo virtual, al contrario, solo lo complementa por información virtual superpuesta. Por lo tanto, las aplicaciones basadas en la realidad aumentada favorecen el aprendizaje por descubrimiento, mejoran la información disponible para los estudiantes ofreciendo la posibilidad de visitar lugares históricos y estudiar objetos muy difíciles de conseguir en la realidad. Este entorno permite que los discentes realicen su trabajo de campo, interactuando con los elementos generados de forma virtual. Moreno, Leyva & Matas (2016).

El uso de estas estrategias tecnológicas para la enseñanza de la geometría en la arquitectura, no tiene registros puntuales esto es debido a la libre cátedra entre los docentes, sin embargo, de manera independiente se ha utilizado intermitentemente en algunas situaciones para la enseñanza de la arquitectura, debido a que algunos docentes cuentan con conocimientos en el uso de tecnologías que les permite llevar a cabo estas actividades.

Por lo tanto, es importante tomar en cuenta las estrategias didácticas y tecnológicas derivadas de la Educación 4.0, con el propósito de brindar al estudiante la facilidad y flexibilidad que estas ofrecen mediante una estructura clara y sólida, e incorporar en el proceso de enseñanza aprendizaje dentro del contexto de la facultad de arquitectura UNAM.

De acuerdo con Fisk (2017) se pueden considerar y aprovechar algunas tendencias esenciales que se destacan derivadas de la Educación 4.0, para llevar a cabo dentro del proceso educativo, y se describen algunas características más importantes en la tabla 1.

Tendencias	Características
Diversidad del tiempo y lugar	Los estudiantes tienen oportunidad de aprender en diferentes momentos y lugares, es decir las herramientas en línea facilitan aprendizaje remoto a propio ritmo
Aprendizaje personalizado	Los estudiantes aprenden con herramientas de estudio que se adaptan a las capacidades de cada uno de ellos.
Libertad de elección	Los estudiantes tienen la libertad de aprender con diferentes

	dispositivos, programas y técnicas basadas en sus propias preferencias, el aprendizaje híbrido y el aula invertida forman parte de una opción posible para llevar a cabo este cambio.
Aprendizaje basado en proyectos	Los estudiantes tienen la capacidad de aplicar habilidades y conocimientos en menor tiempo en distintas situaciones mediante la organización y colaboración.
Estrategias de evaluación	Es importante considerar el conocimiento objetivo de los estudiantes para llevar a cabo la medición durante el proceso de aprendizaje, en donde se pueda evidenciar su desempeño con la aplicación de los conocimientos adquiridos
Empoderamiento del estudiante	Se involucrarán en las actividades con un aporte crítico sobre el contenido y durabilidad de sus cursos haciéndolo de manera más integral.
Tutorías:	Estás se volverán fundamentales para que los estudiantes logren sus objetivos derivados de la independencia en su proceso de aprendizaje, el rol del docente será un facilitador.

Tabla 1 Fuente: Educación 4.0... the future of learning will be dramatically different, in school and throughoutlife, tomado de Fisk, 2017. Elaboración propia.

Por lo tanto, a partir de este marco conceptual, retomamos fundamentos teóricos, pedagógicos y didácticos que permitieron fortalecer la propuesta didáctica, para favorecerla y se describe en el apartado subsecuente.

II. Fundamentos teóricos de pedagogía y didáctica

¿Cuáles son los fundamentos teóricos, pedagógicos y didácticos a considerar en este estudio?

En el presente apartado se menciona lo relacionado con el marco teórico de la propuesta didáctica. Se consideran aspectos importantes del constructivismo mediante una perspectiva compartida por diferentes tendencias de acuerdo con algunos autores, desde las cuales se interviene en la investigación educativa y como apoyo a la presente investigación.

Se toma como base el Constructivismo este “surgió como una corriente epistemológica preocupada por discernir los problemas de la adquisición del conocimiento”. En este sentido, (Delval, 1997; Hernández, 2006) encuentran planteamientos “constructivistas en el pensamiento de Vico, Kant, Marx o Darwin, estos autores tienen la convicción “que los seres humanos son producto de su capacidad para adquirir conocimientos y reflexionar sobre los mismos” (Díaz Barriga, 2010). Así pues, esto ha permitido la construcción y el desarrollo de la cultura humana.

Trujillo (2017), sustenta que el aprendizaje es esencialmente activo, debido a que cada información es asimilada y resguardada por el estudiante en una red de conocimientos y experiencias previas. Coll (2001) citado por Díaz Barriga y Hernández (2010), postula como fuentes principales de la visión constructivista de los procesos de enseñanza y aprendizaje distintos planteamientos derivados de la Teoría Sociocultural, del Cognoscitivismo y de la Psicología Genética, mismos que se retoman y se detallan más adelante.

Desde la posición de Florez (1994) citado por Suárez (2000), el constructivismo pedagógico fundamenta sus bases en el aprendizaje como una construcción interior, individual e intersubjetiva, en consecuencia, el rol docente consiste en orientar la enseñanza hacia el logro entramado a partir de conceptos propuestos, es decir los saberes sociales con los conceptos previos para alcanzar los objetivos planteados, abordados sistemáticamente para el desarrollo intelectual del estudiante.

De esta manera, recordemos que a lo largo de la historia han existido cambios que transforman a la sociedad en todos sus ámbitos, la pedagogía demanda nuevas perspectivas que faciliten y acerquen de manera eficaz a los métodos de enseñanza mediante el conocimiento de los procesos de aprendizaje. Las últimas teorías de enseñanza y aprendizaje que estudia la pedagogía son las ya mencionadas, las de origen constructivista entre sus representantes se encuentran Vigotsky, Ausubel, Piaget, y Bruner entre otros, y la conductista representada por Pávlov y Skinner.

Por lo tanto, para el desarrollo de esta investigación se tomó como base algunos aspectos de las diferentes teorías de enseñanza y aprendizaje bajo este enfoque constructivista, se consideraron

algunos de los principales autores y teorías de este pensamiento, a continuación, se describen:

Principalmente se rescata la *teoría sociocultural* que plantea Vigotsky para promover un desarrollo integral, sociocultural, en donde el conocimiento es autogestivo y significativo. El estudiante es capaz de construir sus propios conocimientos mientras adquiere una cultura y socializa para crear zonas de desarrollo próximo, el apoyo decrece en tanto crecen las habilidades y conocimientos, por lo que derivado de esta interacción hay un incremento de actitudes, el rol del docente, es el de guía para generar los recursos y medios para que el estudiante logre los objetivos. Lo más importante en relación a la evaluación del estudiante, es el proceso, en donde se ve inmerso durante todo el periodo. Para Wertsch (1991) citado por Díaz Barriga (2010), las ideas derivadas del enfoque sociocultural de Vigotsky consiste en “explicar cómo se ubica la acción humana en ámbitos culturales, históricos e institucionales”. Considera esta acción humana como la unidad de análisis mediada por herramientas como el lenguaje, al mismo tiempo cuestiona la existencia de causas universales, da gran importancia al docente como mediador en el terreno educativo.

El SNTE (2013), destaca tres puntos relacionados al desarrollo: el aprendizaje como mecanismo fundamental, la mejor enseñanza es la que se adelanta al desarrollo y que la interacción social es un promotor óptimo, por esta razón es que esta teoría coloca al contexto en un sitio cardinal.

Se toma en cuenta la *teoría cognitiva* del aprendizaje de Ausubel para promover la enseñanza, como elemento importante a considerar son los conocimientos previos que el estudiante ya posee en su estructura cognitiva, lo que permite darles un significado a los conocimientos nuevos.

Díaz Barriga y Hernández (2010), destacan la postura de Ausubel; “el aprendizaje implica una reestructuración activa de las percepciones, ideas, conceptos y esquemas que el estudiante ya posee”, por lo que no es una simple asimilación pasiva de información literal, ya que el sujeto la transforma y estructura. Por lo tanto, busca darles un significado a estos conocimientos. Empleando las palabras de Ausubel (1983), “Si tuviera que reducir toda la psicología educativa a un solo principio, enunciaría lo siguiente: el factor más importante que influye en el alumno, es lo que él ya sabe. Averigüese esto y enséñese consecuentemente”. (Lazo, 2009).

Como lo hace notar el SNTE (2013) para Ausubel las teorías y métodos de enseñanza, se debe tener una interacción entre las actividades desarrolladas en el aula y los factores cognoscitivos, afectivos y sociales que en ella influyen.

De la *teoría psicogenética* de Piaget se retoma cómo el estudiante construye su realidad intentando matematizarla de manera progresiva (Hernández, 2009), se establece que el rol del

estudiante es el de constructor activo para la adquisición de conocimientos y se da a partir de etapas que son cualitativamente y cuantitativamente diferentes entre estas, en esta propuesta se plantea a partir de la estructura del curso, lo que permite una auto estructuración y una competencia cognitiva que está condicionada por el nivel intelectual de cada estudiante, el rol del docente es el de facilitador del aprendizaje que se complementa por descubrimiento por parte del alumno.

Empleando las palabras de Hernández (2009), “En lo general, las distintas aplicaciones e interpretaciones educativas derivadas de este paradigma psicogenético tiene una raíz común que podría caracterizarse por un interés en el estudio de las relaciones entre los procesos de desarrollo y el aprendizaje”. Esto permite que el estudiante sea el protagonista dentro del proceso, llevándolo a un aprendizaje por descubrimiento. Martí (2000), citado por Hernández (2009) menciona que el alumno desde la perspectiva teórica de Piaget se da, si se enfrenta de manera directa con lo que intenta conocer, si encuentra o identifica el error, tendrá la capacidad de identificar y aprovechar consecuencias cognitivo reflexivas para forjar su propio conocimiento de manera constructiva.

La teoría de Van Hiele, se retoman los niveles de razonamiento y las fases para el aprendizaje de la geometría, esta teoría se basa fundamentalmente en la evolución de los niveles de razonamiento para el estudio de la geometría que se generan durante el proceso de aprendizaje de manera sistemática. Los niveles considerados son: 1. Reconocimiento, 2. Análisis, 3. Clasificación, 4. Deducción. García y López (2008) mencionan que el modelo de Van Hiele considera un nivel adicional con características particulares y que se derivan del proceso: capacidad para manejar analizar y comparar diferentes geometrías. En palabras de estas autoras hacen referencia que “estas características se encuentran en matemáticos profesionales y estudiantes de nivel superior”. Por lo tanto, este nivel es considerado para la propuesta, con el propósito de aplicar a geometrías complejas que se requieren en la arquitectura.

La teoría del conectivismo, se rescata un elemento esencial, el uso de la tecnología, ya que esta “es una teoría del aprendizaje para la era digital”, y que toma como base [fundamentos del constructivismo y el cognitivismo, con el propósito de] “explicar el efecto que la tecnología ha tenido sobre la manera en que actualmente vivimos, nos comunicamos y aprendemos (Siemens, 2004). Del mismo modo Ledesma (20015), menciona que esta teoría “se identifica como modelo de aprendizaje dentro de una actividad social, donde se reconocen conexiones de diversas partes del mundo [...] ya que el impacto de la tecnología da lugar a nuevos aprendizajes”, de esta manera nos lleva a crear una nueva cultura educativa.

2.1 Pedagogía

La pedagogía como ciencia que estudia el proceso de la educación para la formación integral del ser humano, toma en cuenta de manera holística sus características (Aguirre, 2005), al mismo tiempo admitimos que no se encuentra sola, debido a la presencia de la didáctica, ninguna de estas dos disciplinas explican por si solas el hecho educativo (Liscano 2007), ya que la didáctica mantiene una relación entre el estudiante y su aprendizaje, mientras que la pedagogía se centra en el acto de como enseñar, de ahí que nos permite tomar en cuenta aspectos importantes de ambas para la aplicación en la propuesta. Flores y Tobón (2001) citado por (Escutia, 2020) consideran que la pedagogía es una ciencia en proceso de construcción, no obstante, a pesar de ello, es posible referirse a sus bordes, fronteras, métodos de investigación y campos de acción.

Se trata de una ciencia aplicada que se ha vuelto complejo para la sociedad en la que le toca actuar. Es en este sentido debemos contextualizar al momento y los requerimientos que demanda esta sociedad del conocimiento, pero sobre todo los principales actores en este proceso de enseñanza y aprendizaje que son los estudiantes como protagonistas. Por lo tanto, se debe facilitar los recursos y los tiempos de tal manera que les favorezca en el aprendizaje, por tanto, con el uso de estrategias tecnológicas se conseguirá llegar a los objetivos.

En este proceso debemos considerar dos aspectos: la formación de perfil amplio en el que son protagonistas la familia, la comunidad y la escuela, la formación de perfil estrecho que se realiza en la escuela mediante la interacción del docente y estudiante (Cañedo, 2014).

Desde el punto de vista de Escutia (2020), define a la pedagogía como el arte y ciencia de enseñar, de educar. Como arte proporciona estrategias para que los conocimientos sean inculcados por el maestro y asimilados por el estudiante. Como ciencia toma al escolar como objeto de estudio, explora su mente, indaga su vida, sus recursos, sus intereses. Esto implica observar y conocer al que aprende, para descubrir el modo de enseñar.

Dentro del campo de la pedagogía se configura una serie de conceptos, teorías, principios generales, modelos, estrategias y diseños de enseñanza, de las ciencias en sus aspectos macro y microcurricular, también por aquellas experiencias de enseñanza en las que se aplica algún concepto o teoría pedagógica y por supuesto por métodos de construcción de nuevo conocimiento pedagógico teórico o aplicado. Educación y Pedagogía son conceptos que se acompañan, la pedagogía estudia la educación incluyendo el imaginario social que trae aparejada la educación. La pedagogía nace de una convergencia sintética disciplinaria, la cual es abierta y flexible.

Asimismo, Flórez (2005) refiere a la pedagogía como: “[...] al saber o discurso sobre la educación como proceso de socialización y de adaptación. En sentido estricto, [...] por el saber riguroso sobre la enseñanza que se ha venido validando sistemáticamente en el siglo XX como una disciplina científica en construcción”.

A partir de estas definiciones y con las aportaciones de los autores mencionados, se retoman aspectos para ser considerados en el estudio con el propósito de fortalecerlo mediante el diseño de estrategias con los ajustes necesarios y con la integración de la tecnología.

2.1.1 Algunas aportaciones de la pedagogía

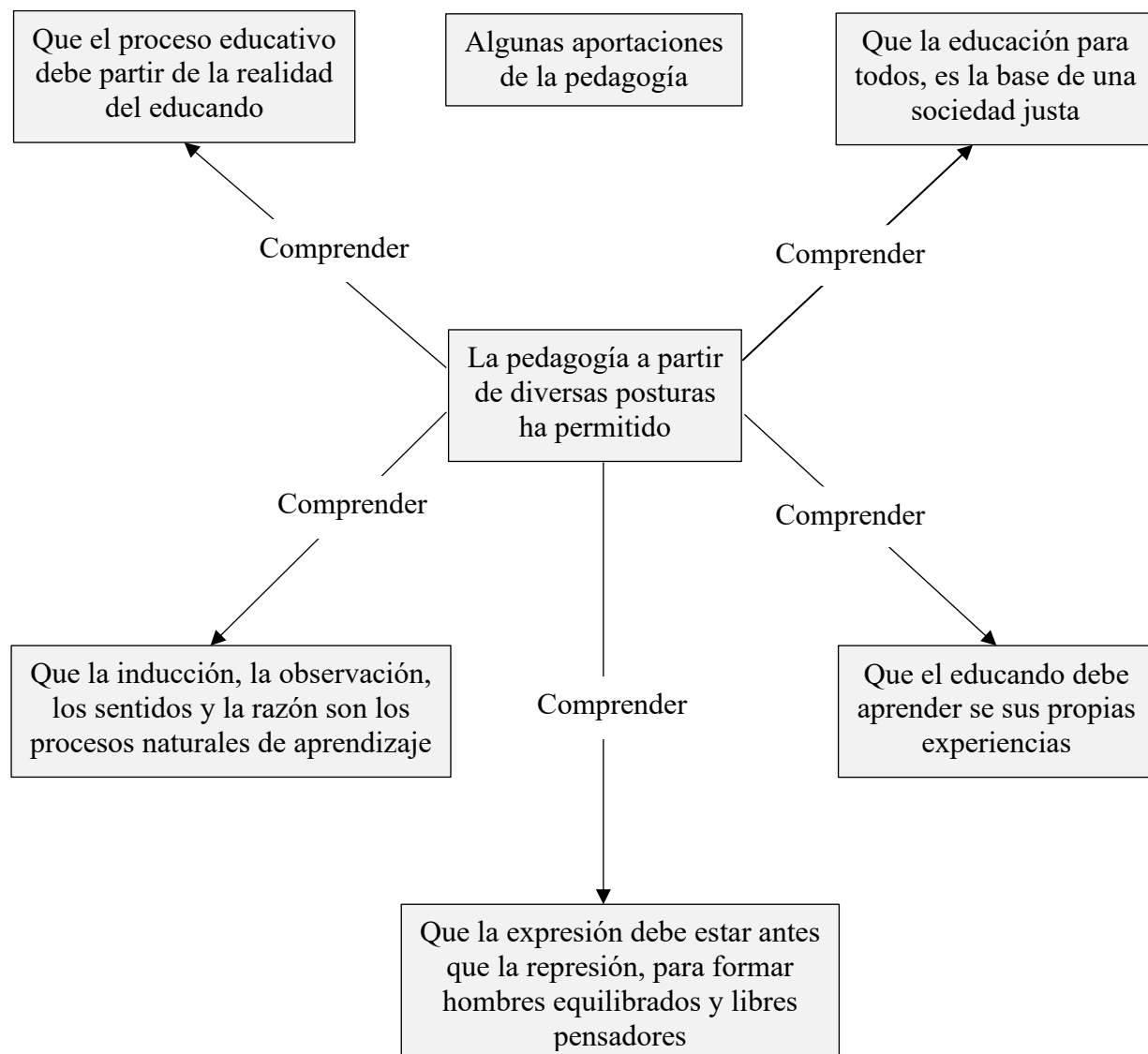


Figura 3 Algunas aportaciones de la pedagogía, Tomado de Escutia (2020).

En el mapa explicativo que antecede, (Ilustración 1) se muestran algunas aportaciones de la pedagogía que nos han permitido estructurar los elementos importantes de las diversas posturas para entender conceptos que se derivan de estas.

2.2 Didáctica

La didáctica ha ido evolucionando hacia una ciencia, desarrolla la responsabilidad de repensar la enseñanza desde los elementos que componen el proceso y donde se propone apoyo teórico al docente en los métodos de enseñanza y aprendizaje, gracias a las propuestas y contribuciones que han hecho Vigotsky, Ausubel y Piaget, entre otros, se destacan los métodos, técnicas y teorías que constituyen una ciencia aplicada a la formación integral para la interpretación de la cultura y el desarrollo individual y social del ser humano. Por esta razón se retoman los autores mencionados y las teorías que son contemporáneas y fundamentadas en el constructivismo.

Del mismo modo, la didáctica como ciencia de la enseñanza toma como base el análisis de las variables o factores que intervienen en el proceso de enseñanza y aprendizaje, estudia las soluciones metodológicas para la mejor realización del aprendizaje (Aguirre, 2005). De aquí que lo más importante es la adquisición de esa facilidad o del arte de enseñar.

En un sentido técnico, es la parte de las ciencias de la educación que se ocupa de los sistemas y procedimientos de enseñanza y aprendizaje fundamentado en teorías, y apoyado por métodos educativos. Sin embargo, es un saber que debe ser reflexionado, actualizado y estructurado, soportado en esas teorías sobre la enseñanza que son la base para la formación educativa.

En la didáctica tradicional contemporánea estos procesos, se diseñan a partir de hipótesis y busca dar seguimiento con base en objetivos considerados en una planeación anticipada para ser desarrollados, controlados y evaluados.

Como señala Moreno (2006), la educación a nivel superior está orientada a que “los estudiantes generen valores y actitudes para el continuo aprendizaje, creatividad, capacidad crítica, habilidad verbal y numérica, madurez emocional, tolerancia, empatía y liderazgo”.

Es fundamental que esta didáctica se lleve a cabo la relación comunicativa entre los actores de este proceso para facilitar el desarrollo de las actividades y en consecuencia, lograr los objetivos, donde el aprendizaje se concreta de manera fácil y eficaz, modificando el modelo didáctico con una participación constante y activa del estudiante, lo cual permitirá que el desarrollo en una etapa formativa, favorezca potencialmente en un ambiente de trabajo colaborativo apoyado por cada integrante con base en la comunicación, asumiendo el compromiso y su corresponsabilidad.

2.3 Principales enfoques constructivistas en la educación.

En el presente apartado abordaremos algunas características de los enfoques de los cuales se retoman aspectos importantes para dar respuesta a nuestra problemática de interés, y que son considerados para este estudio.

2.3.1 Teoría constructivista del aprendizaje

El constructivismo como posición compartida por sus diferentes tendencias es retomada en la investigación psicológica y educativa, algunos de sus principales representantes de donde derivan las teorías elegidas para este estudio son: Vigotsky, Ausubel, Piaget.

Análogamente, desde el punto de vista de Coll (1990;1996), citado por (Díaz Barriga y Hernández, 2010) afirma que la postura constructivista en la educación, se alimenta de las algunas aportaciones de corrientes psicológicas: el enfoque psicogenético de Piaget, la teoría de esquemas cognitivos, la teoría de la asimilación y el aprendizaje significativo de Ausubel, y la teoría sociocultural de Vigotsky, que comparten la visión constructivista del aprendizaje.

Esta línea de pensamiento se centra en lo que se conoce como el “constructivismo” una teoría de enseñanza y aprendizaje preocupado por discernir los problemas de adquisición del conocimiento “los portadores de esta corriente tienen la convicción que los seres humanos son producto de su capacidad para construir conocimientos y para reflexionar sobre los mismos”.

Desde el punto de vista de Cesar Coll, (2012), menciona:

La concepción constructivista de la enseñanza y aprendizaje asume este último como un proceso de construcción del conocimiento esencialmente individual e interno que depende del nivel de desarrollo cognitivo, de los componentes motivacionales y emocionales, y es inseparable del contexto social y cultural en el que se tiene lugar. Es individual por que los estudiantes deben llevar su propio proceso de construcción de significados y de atribución de contenidos, el aprendizaje es el fruto de un complejo e intrincado proceso de construcción, modificación y reorganización de los instrumentos cognitivos y esquemas de interpretación de la realidad, porque el aprendizaje es resultado de las relaciones sociales que establecen los participantes (Coll, 2012).

Igualmente Trujillo (2017), sostiene que en esta teoría el aprendizaje es fundamentalmente activo pero que considera la información y experiencias previas que el estudiante tiene como un elemento importante para crear nuevos conocimientos y generar nuevos conocimientos, también señala que este proceso se va modificando constantemente respecto de las experiencias creadas,

esto se muestra en el momento que el estudiante acopla, extiende e interpreta y por lo tanto, construye nuevos conocimientos a partir de esta relación, experiencia e información recibida.

A continuación, se muestra un mapa explicativo que describe la estructura principal de lo que se retoma en las teorías de aprendizaje (ver ilustración 2).

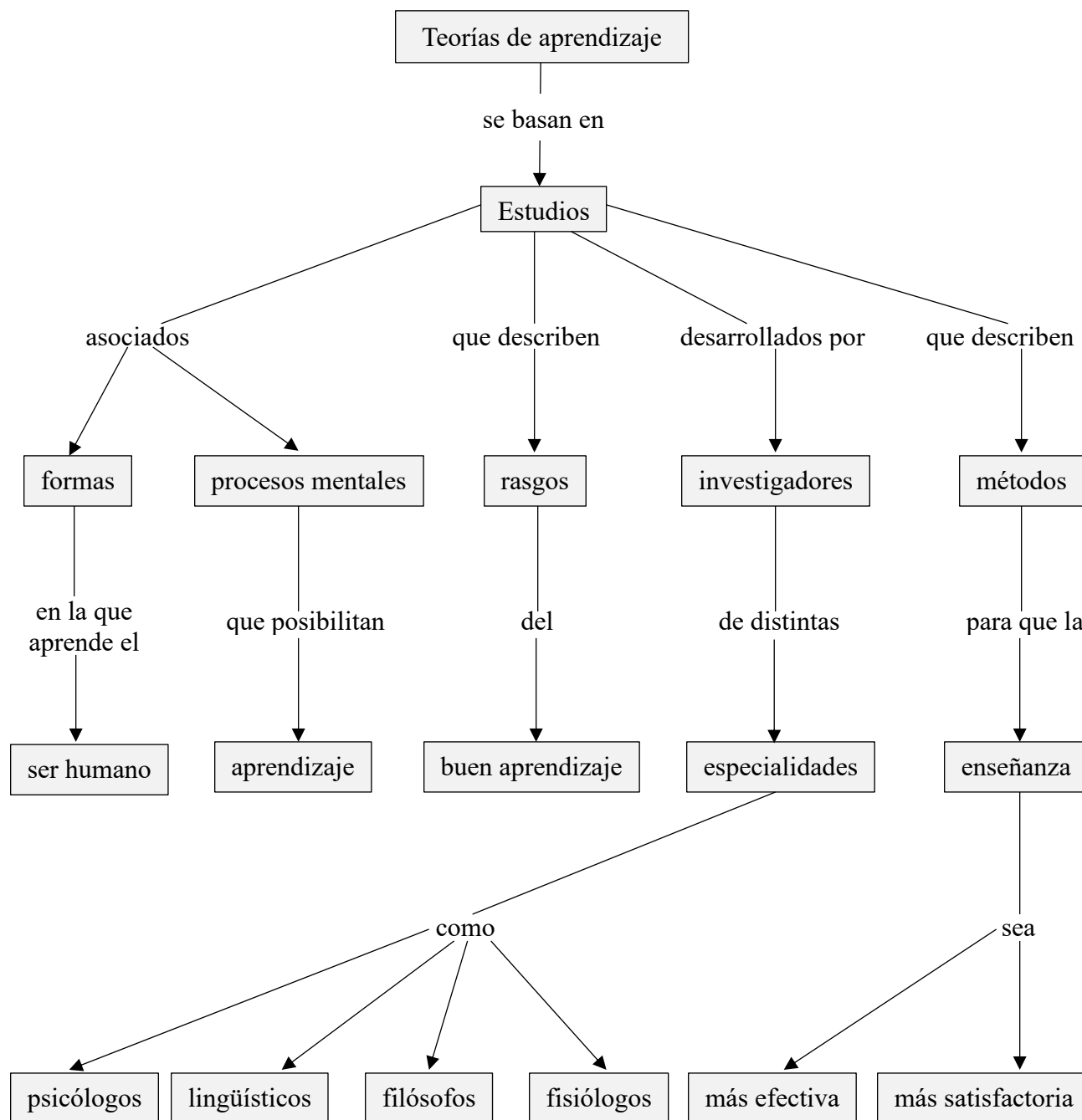


Figura 4 Marco explicativo Teorías del aprendizaje. Tomado de Barranquero y Sanz (2019).

Para Díaz Barriga y Hernández (2010), definen los enfoques del aprendizaje y retoman a los autores y sus teorías antes mencionados de la siguiente manera:

Enfoque sociocultural: Transmisión de funciones psicológicas y saberes culturales mediante interacción en la zona de desarrollo próximo, promueve el desarrollo mediante interiorización y apropiación de representaciones, procesos, interacción conjunta.

Cognitivo: Inducción de conocimiento esquemático significativo y de estrategias cognitivas como parte del aprendizaje, determinado por conocimientos y experiencias previas, construcción significativa de representaciones y significados.

Psicogenético: Indirecta, por descubrimiento, orientada a promover la reinterpretación de las interpretaciones que los alumnos realizan sobre los contenidos escolares determinado por el nivel de desarrollo cognitivo. Los cambios relevantes requieren abstracción reflexiva y la inducción de conflicto cognitivos.

Conductismo: se considera como un arreglo adecuado de las contingencias de reforzamiento para promover un aprendizaje eficiente. Cambio estable en la conducta o en la probabilidad de respuesta del alumno que adquiere un repertorio conductual

Por otra parte, reflexionan acerca de lo complicado que es llegar a una aprobación acerca de los conocimientos y habilidades de un buen docente, ya que la “actividad misma y los procesos de formación se deben plantear con la intención de generar un conocimiento didáctico, que trascienda el análisis crítico y teórico para llegar a propuestas concretas y viables que permitan una innovación positiva de la actividad docente” (Díaz Barriga y Hernández, 2010).

Asimismo, en palabras de estos autores mencionan:

Se debe cuestionar que conocimientos se deben tener y que otros se deben saber hacer, de los cuales hacen referencia a algunos como: Conocer la materia que se enseñara, conocer y cuestionar el pensamiento docente, adquirir conocimientos sobre el aprendizaje, criticar con fundamentos los métodos habituales de enseñanza, saber preparar actividades, saber dirigir las actividades que se plantea a los estudiantes y sobre todo saber evaluar.

Por lo tanto, es importante tomar en cuenta los postulados propuestos, reflexionar acerca de cada uno de los enfoques, de tal manera que se diseñen estrategias específicas con la temática de interés, y, por consiguiente, llegar a cumplir los objetivos, en donde se busque verdaderamente que el estudiante sea consciente de su aprendizaje y se involucre de manera activa y se produzca el aprendizaje significativo en los estudiantes a partir de la interacción constante dentro del proceso.

A continuación, se muestra la propuesta de Cesar Coll (1996), y que de acuerdo a lo mencionado por Díaz Barriga y Hernández (2010), se retoma como marco explicativo (ver Ilustración 3).

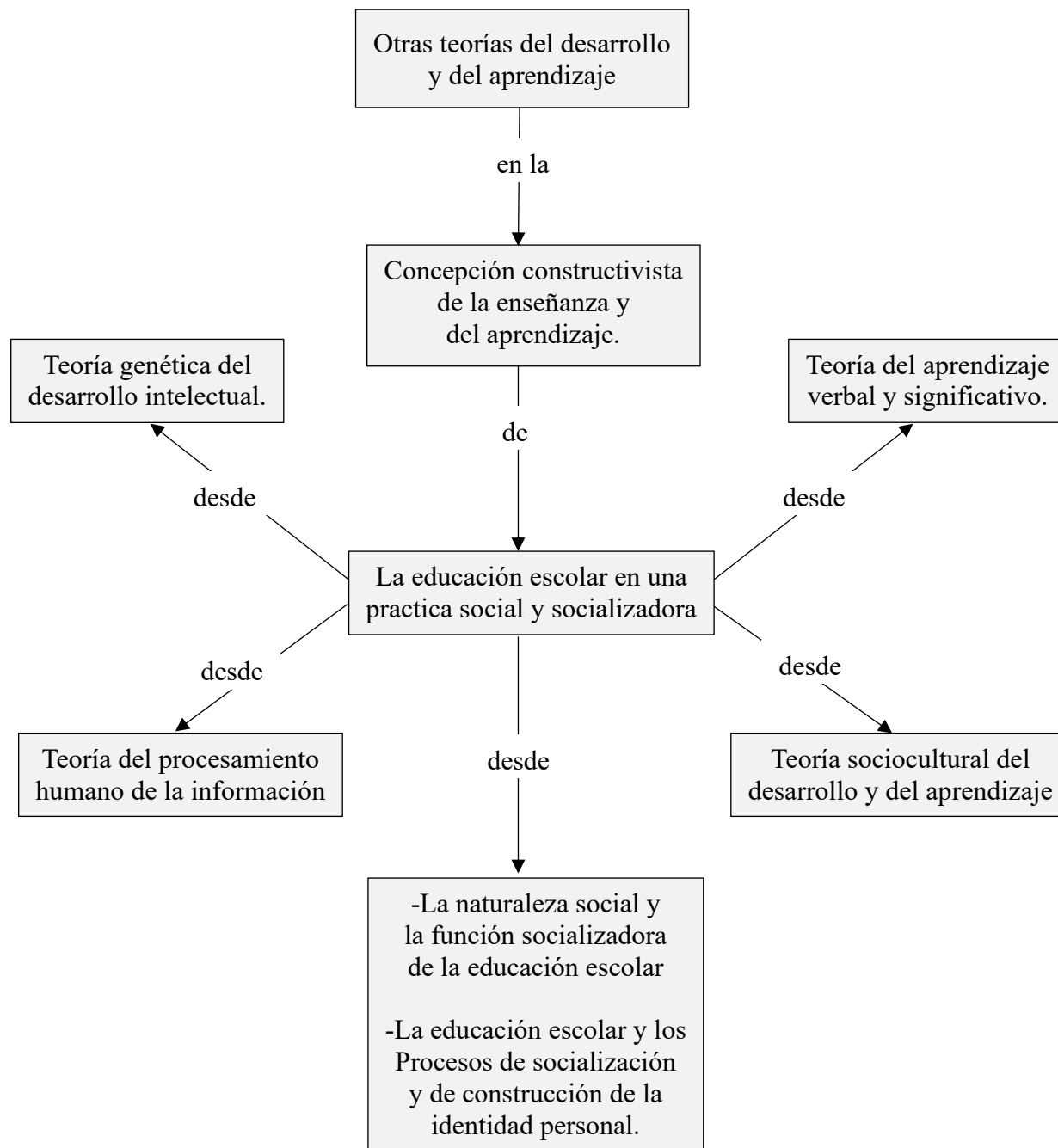


Figura 5 Ilustración 3 Marco explicativo de la propuesta de Cesar Coll, Enfoques constructivistas en educación. Tomado de Díaz Barriga y Hernández (2010).

2.3.2 Constructivismo sociocultural

Como se menciona en el apartado introductorio, esta teoría promueve un desarrollo integral, sociocultural, centrado en el estudiante y la relación con su entorno inmediato, donde se gestiona el conocimiento de manera autónoma mientras adquiere una cultura y socializa para construir sus propios conocimientos, y en consecuencia crear zonas de desarrollo próximo que le permitan ir más allá de lo que busca. Análogamente Díaz Barriga y Hernández (2010) ratifican que este desarrollo del individuo se da a partir del cómo se desenvuelve el ser humano en su entorno ya que “el conocimiento se genera a partir de actividades hechas gracias a las herramientas dadas y aprendidas de un contexto social que a su vez es transformado por estas acciones humanas”. Derivado de esta interacción le da un papel primordial al lenguaje en sus modalidades de lectura, escritura y habla, ya que el lenguaje es mediador de la relación con los demás y con uno mismo.

De modo similar, Trujillo (2017) afirma que esta teoría le da una mayor relevancia a este entorno donde se encuentra y se desenvuelve, ya que éste le proporciona aprendizaje dentro del proceso. Además, enfatiza tres factores esenciales y la interacción entre estos, los establece como clave en el desarrollo del conocimiento, estos son: los factores interpersonales, los históricos culturales y los individuales.

Por otro lado, desde la posición de Pérez (2004), considera este enfoque “una construcción activa del conocimiento, fundamentalmente de [algunos] conceptos e hipótesis, con base en experiencias y conocimientos previos para la comprensión y dirección de acciones futuras”. En este mismo sentido menciona que la experiencia tiene un rol importante entre el mundo físico y el mundo social mediante acciones, ratifica que de esta interacción genera el impacto de la cultura, donde las reglas y convenciones en el uso del lenguaje son construidas socialmente por los individuos con sus correspondientes efectos en la sociedad a través de negociar y mediar con otros.

Análogamente, Araya, Alfaro y Andonegui (2007) ratifican que la experiencia compartida del estudiante con el contexto mediante la interacción, es un detonante para generar el conocimiento, proponen que debe ser centrado en las capacidades e intereses de ellos. Para estas autoras esta teoría es uno de los referentes teóricos más importantes de la educación actual.

Igualmente, como señala Trujillo (2017), “el aprendizaje es la resultante de la confluencia de factores sociales, compartida en un momento histórico y con determinantes culturales particulares, además de la percepción personal que cada quien tiene de acuerdo a la experiencia”.

Por último desde la posición de Lerman (2006) citado en Planas (2010), señala que de la educación matemática (donde situamos nuestro tema de interés, la geometría) y su relación con las teorías socioculturales surge precisamente del énfasis en la concepción del mismo conocimiento matemático como proceso social y cultural, destaca que “históricamente estas teorías han ido acompañadas del auge del constructivismo social (Ernest, 1998), citado en Planas (2006), por delante de los posicionamientos más psicológicos y cognitivos donde el conocimiento matemático es visto como un producto mental individual”.

De acuerdo con lo mencionado por Planas en el párrafo que antecede, nos lleva a reflexionar sobre las diferencias significativas basadas en las teorías socioculturales sobre esta construcción social, y, por lo tanto, se debe tener cuidado en los planteamientos para adecuarlos a los intereses del estudiante y el contexto en donde se desenvuelve.

Lev Vigotsky

Uno de los principales representantes de la teoría sociocultural. Como expresan Díaz Barriga y Hernández (2010), Vigotsky desarrolló una propuesta en la que se integran los aspectos psicológicos y socioculturales desde una óptica marxista. Su obra ha generado un profundo impacto en el campo de la Psicología y la Educación, en especial luego de su descubrimiento en occidente a partir de la década de los sesenta del siglo XX. Igualmente Trujillo (2017), declara: “Vigotsky sostiene que el [desarrollo del estudiante] si bien tiene una base genética, es cultural y depende de las experiencias que se tenga durante el mismo.

Por otra parte, otra de las aportaciones importantes de este autor, es la introducción de un concepto que desarrolló y se retoma para este estudio, se refiere a la creación de zonas de desarrollo próximo (ZDP) Díaz Barriga y Hernández (2010); SNTE (2013), este implica entender que existe una diferencia cognitiva en lo que puede hacer un estudiante por sí solo, en comparación con lo que puede aprender con la ayuda de alguien con más habilidades. En este mismo sentido Trujillo (2017), refiere que este concepto se instala entre la zona de desarrollo real, que se relaciona con la capacidad para resolver problemáticas de manera autónoma y la zona de desarrollo potencial, que la relaciona con lo que el estudiante puede resolver con la ayuda de otros estudiantes.

Asimismo, Díaz Barriga y Hernández (2010), muestran las características de los postulados centrales constructivistas del enfoque: Sociocultural (ver Tabla 2).

Postulado central constructivista del enfoque: Sociocultural.	
Concepciones y principios con implicaciones educativas:	Metáfora educativa:
<ul style="list-style-type: none"> • Aprendizaje situado en contexto de comunidades en práctica • Aprendizaje de mediadores instrumentales de origen social • Creación de ZDP (zonas de desarrollo próximo) • Origen social de los procesos psicológicos superiores • Andamiaje y ajuste de la ayuda pedagógica • Énfasis en el aprendizaje guiado y cooperativo; enseñanza recíproca • Evaluación dinámica y en contexto 	<p>Esudiante:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Efectúa apropiación o reconstrucción de saberes culturales <p>Docente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Labor de mediación por ajuste de ayuda pedagógica <p>Enseñanza:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Trasmisión de funciones psicológicas y saberes mediante interacción en ZDP (zonas de desarrollo próximo) <p>Aprendizaje:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Interiorización y apropiación de representaciones y procesos.

Tabla 2 Postulados centrales del enfoque sociocultural. Tomado de Díaz Barriga y Hernández (2010).

Del mismo modo, Salceda (2010), rescata de UPN (2002), algunos aspectos de este enfoque sociocultural que complementa lo referido por Díaz Barriga y Hernández (2010), (ver tabla 3), lo que permite tener una mayor amplitud en relación a los postulados en este enfoque, y, por consiguiente, fortalecer la propuesta y que a continuación, se describen:

1930-1980 Lev S. Vigotsky	Objetivos: Promueve el desarrollo integral, sociocultural, mediante la conciencia de vinculación de los procesos de desarrollo y de educación. Conocimiento autogestivo y significativo.
Aprendizaje:	El aprendizaje y el desarrollo de la persona confluyen entre sí y se determinan de manera compleja y múltiple mediante la interacción para la apropiación de representaciones y procesos.
Docente:	Experto que guía y genera medios para la autoconstrucción del conocimiento, funge como mediador dentro del proceso de enseñanza aprendizaje.

Estudiante:	Socialmente auto y multi determinado mientras adquiere una cultura y socializa el alumno debe ser capaz de auto realizarse y afirmarse como individuo.
Método:	Creación de zonas de desarrollo próximo: <ul style="list-style-type: none"> • La ayuda está al nivel del alumno. • El apoyo decrece en tanto crecen las habilidades. • La ayuda permite una buena ejecución
Evaluación:	<ul style="list-style-type: none"> • Se evalúan productos, pero esencialmente procesos • No existe una meta-evaluación. Solo se evalúa lo acordado
Conclusiones:	Proceso complejo, individual y participativo.

Tabla 3 Postulados centrales del enfoque sociocultural. Tomado de Salceda (2010).

2.3.3 Constructivismo cognitivo

En este enfoque una de las premisas es que el aprendizaje se fundamenta en lo que el estudiante tiene en su estructura cognitiva, de acuerdo con la SNTE (2013), lo define como el conjunto de saberes que el estudiante posee [...] estos saberes se relacionan con nueva información [que se vincula de manera] interactiva. Así pues, esta propuesta de aprendizaje ofrece el marco para la construcción de herramientas metacognitivas, lo que permite una organización de la estructura cognitiva del estudiante. Así que partiendo de lo mencionado se aprovecha para favorecer al estudiante, a partir de los conocimientos con lo que ya cuenta y por consiguiente esta nueva información les generará un aprendizaje significativo.

Lazo (2009), menciona: Ausubel sostiene que el aprendizaje y la memorización son favorecidas a partir de la creación de un marco de referencias organizados producto de un almacenamiento de la información. Asimismo, sugiere crear organizadores [gráficos] que permitan y faciliten el procesamiento de la información de forma exhaustiva [para] ser integrados como material [de apoyo en el proceso de enseñanza y aprendizaje].

Del mismo modo Díaz Barriga y Hernández (2010) destacan que “el aprendizaje implica una reestructuración activa de percepciones, ideas, conceptos y esquemas que el aprendiz posee en su estructura cognitiva”. En este sentido concibe al alumno como un procesador activo de la información, donde el aprendizaje es sistemático y organizado, y no se reduce a simples asociaciones memorísticas.

Asimismo, Hernández (2008), agrega que la aportación constructivista de Ausubel “es una auténtica explicación constructiva dirigida sobre todo para dar cuenta del proceso de aprendizaje de significados que realizan las personas en los contextos escolares” (Ausubel, 2002). Del mismo modo menciona que la postura de este autor sobre la construcción de conocimientos por parte de los estudiantes se fundamenta en dos aspectos que son; por una vía discursiva o por actividades generadas por ellos mismos y que la interacción entre estas generan un aprendizaje significativo.

Por lo tanto, este enfoque tiene implicaciones importantes para el desarrollo intelectual y cultural de los estudiantes, que, de una manera flexible, clara y bien estructurada les permite generar un conocimiento para incluso comprender a su contexto, a la sociedad para adaptarse y actuar en ella. Así pues, mientras el estudiante se desarrolla e interactúa con lo obtenido, generará más conocimientos a través de la experiencia adquirida.

David Ausubel

Ausubel es uno de los referentes del constructivismo cognitivo de donde deriva el aprendizaje significativo, fundamenta este enfoque a partir de estudios acerca del cómo se produce el aprendizaje en el ámbito escolar, (Díaz Barriga y Hernández, 2010). Trujillo (2017) señala que este autor sistematizó su naturaleza estableciendo vínculos identificados entre los conocimientos previos que el estudiante tiene en su estructura cognitiva, el objeto de aprendizaje y el nuevo contenido, esto permite generar un aprendizaje significativo que refleja la consumación de este proceso.

[Sin duda], su obra y la de algunos de sus más destacados seguidores (Ausubel, 1976; Ausubel, Novak y Hanesian, 1983; Novak y Gowin, 1988) han guiado hasta el presente, no sólo múltiples experiencias de diseño e intervención educativa, sino en gran medida, han marcado los derroteros de la psicología de la educación en especial del movimiento cognoscitivista de la época. Es reconocido como uno de los pioneros de la psicología instruccional cognitiva y su legado ha sido recuperado por los principales autores del constructivismo educativo contemporáneo”. (Díaz Barriga y Hernández, 2010).

Particularmente su teoría es el acercamiento a los tipos de aprendizaje que se pueden tener en un aula, donde debemos distinguir las dos dimensiones posibles: uno enfocado al modo en que se adquiere el conocimiento y el otro hacia la forma en que se incorpora el conocimiento en la estructura cognitiva del aprendiz. (Díaz Barriga y Hernández, 2010). En este mismo sentido, estos autores proponen “[...] dos posibles dimensiones [en el aprendizaje]: la primera por recepción y

por descubrimiento y la segunda se encuentran dos modalidades: por repetición y significativo”. Por lo tanto, la interacción de estas variables que establece “las traduce como situaciones del aprendizaje escolar” (Díaz Barriga y Hernández, 2010).

En palabras de Ausubel (1983) citado en Lazo (2009) declara “Si tuviera que reducir toda la psicología educativa a un sólo principio, enunciaría [lo siguiente:] El factor más importante que influye en el [estudiante], es lo que [él] ya sabe. Averigüese esto y enséñese consecuentemente”.

Igualmente, Díaz Barriga y Hernández (2010), muestran las características de los postulados centrales constructivistas de este enfoque: Cognitivo. (tabla 4).

Postulado central constructivista del enfoque: Cognitivo	
Concepciones y principios con implicaciones educativas:	Metáfora educativa:
<ul style="list-style-type: none"> • Teoría ausubeliana del aprendizaje verbal significativo • Modelos de procesamiento de la información y aprendizaje estratégico • Representación del conocimiento: esquemas cognitivos o teorías implícitas y modelos mentales episódicos • Enfoque expertos-novatos • Teorías de atribución y de la movilización por aprender • Énfasis en el desarrollo de habilidades del pensamiento aprendizaje significativo y solución de problemas 	<p>Estudiante:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Procesador activo de la educación <p>Docente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Organizador de la información tendiendo puentes cognitivos, promotor de habilidades de pensamiento y aprendizaje <p>Enseñanza:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inducción de conocimiento esquemático significativo y estrategias o habilidades cognitivas como el aprendizaje. <p>Aprendizaje:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinado por conocimientos y experiencias previas

Tabla 4 Postulados centrales del enfoque Cognitivo. Tomado de Díaz Barriga y Hernández (2010).

Análogamente, Salceda (2010), retoma de UPN (2002), aspectos de este enfoque cognitivo que complementa lo referido por Díaz Barriga y Hernández (2010), (ver tabla 5), lo que sin duda nos apoya a fortalecer la propuesta dentro de este marco.

1960 David Ausubel Jerome Bruner	Objetivos: Enseñanza puente entre lo conocido y lo desconocido, para la retención de cuerpos significativos de conocimientos. Desarrollo de habilidades cognoscitivas: curiosidad, duda, atención, razonamiento e imaginación.
Aprendizaje:	Aprendizaje significativo producto de relaciones lógicas, no arbitrarias. Repetitivo resultado de asociaciones arbitrarias o convencionales por el descubrimiento y recepción.
Docente:	No transmisión de conocimiento, actúa como promotor del desarrollo de las capacidades cognoscitivas del alumno. Objetivo lograr un aprendizaje significativo.
Estudiante:	Activo procesador de información y responsable de su aprendizaje. Construye su realidad.
Método:	Promueve el dominio de las capacidades cognoscitivas y meta-cognoscitivas. Representaciones complejas, reflexivas e incluyentes en relación al conocimiento.
Evaluación:	Habilidades de raciocinio. Se evalúa el proceso de aprendizaje no al alumno.
Conclusiones:	Auto procesamiento de la información y no solo la repetición de datos.

Tabla 5 Postulados centrales del enfoque cognitivo. Tomado de Salceda (2010).

Por último, Tunnermann, (2011), menciona que Ausubel definió tres condiciones básicas para [fortalecer el conocimiento y] que se produzca el aprendizaje significativo:

1. Los materiales de enseñanza deben estar estructurados lógicamente con una jerarquía conceptual, situándose en la parte superior los más generales, inclusivos y poco diferenciados.
2. Que se organice la enseñanza respetando la estructura psicológica del alumno, es decir sus conocimientos previos y sus estilos de aprendizaje.
3. [Lo más importante], que los estudiantes estén motivados para aprender.

2.3.4 Constructivismo psicogenético

De acuerdo con Piaget (1978), citado en Hernández (2008), en esta teoría constructivista considerada como emblemática, “existen dos principios en el proceso de enseñanza y aprendizaje: el aprendizaje como un proceso activo, y el aprendizaje completo, autentico y real”. Esta teoría no

es una solución simple a un problema complejo, tiene que ver con el desarrollo cognoscitivo, se plantea como un proceso constante de construcción por parte del individuo y su interacción con la realidad y de esta manera entender cómo se produce el aprendizaje (Saldarriaga, Bravo y Loor, 2016). Refieren que esta teoría sustenta lo planteado por Piaget referente al desarrollo cognoscitivo y las funciones elementales que intervienen en el proceso.

La escuela psicogenética es una psicología del desarrollo, que destaca el papel que juega el estudiante que aprende durante el propio proceso de desarrollo. Para Piaget, el desarrollo comprende dos aspectos: un aspecto psico-social y otro aspecto espontáneo o psicológico, que es el desarrollo de la inteligencia, aquello que nadie le enseña al sujeto y que descubre por sí mismo (Pérez, 2004). Del mismo modo, Duran (2009), relaciona el mundo interno del estudiante con su experiencia y su contexto, donde de la educación tiene el reto de centrarse en su desarrollo personal en razón de un balance en los procesos de aprendizaje.

Este enfoque a pesar de que se presenta como una propuesta epistémica no educativa ha sido un gran referente en la aplicación en el ámbito y prácticas educativas, lo que ha permitido nuevas posibilidades de estudio en estos procesos de aprendizaje (Castorina, 1997; Díaz Barriga, Hernández, García y Muriá, 1998; Fairstein y Carretero, 2002) citado en (Hernández, 2008).

El SNTE (2013), refiere que uno de los principales aportes de esta teoría fue entender el desarrollo cognitivo en etapas mediante indicadores que muestran el proceso de desarrollo de los estudiantes mediante estructuras lógicas que son cualitativamente diferentes. También sugiere que mediante los procesos de asimilación y acomodación se construyen nuevos conocimientos a partir de las experiencias, donde los mecanismos permiten que el conocimiento sea interiorizado. La asimilación esta asociada con las experiencias que se incorporan en un marco ya existente y la acomodación permite incluir estas nuevas experiencias entendido como el mecanismo que conduce al aprendizaje. Igualmente Trujillo (2017), sostiene que está adaptación y asimilación son necesarias para que el estudiante logre adaptarse a su ambiente, pero que son procesos complementarios en el aprendizaje.

Piaget

De acuerdo con Díaz Barriga y Hernández (2010) Jean Piaget elaboró una teoría sobre el desarrollo de la inteligencia, que resulto de las más influyentes, en el campo de la psicología evolutiva y en el de psicología en general. [de ahí que] sus escritos en epistemología y psicología genética [...] han sido inspiradores de experiencias e implicaciones educativas en los últimos cincuenta años.

Asimismo desarrollo un modelo para explicar la génesis y evolución de las formas de organización del conocimiento desde una perspectiva epistémica al interior del sujeto de estudio. Su legado ha sido de gran aportación en el contexto educativo en el siglo XX.

Define que el conocimiento se desarrolla por etapas en los que el pensamiento del sujeto en cualquier de estas presenta cambios relevantes y evidentes en cuanto a conocimientos, durante el proceso de desarrollo, y que son cualitativamente y cuantitativamente diferente del pensamiento entre estas etapas, por lo partiendo de esta premisa, ha tenido implicaciones en la educación.

De modo similar, Díaz Barriga y Hernández (2010), muestran las características de los postulados centrales constructivistas de este enfoque: psicogenético. (tabla 6).

Postulado central constructivista del enfoque: Psicogenético	
Concepciones y principios con implicaciones educativas:	Metáfora educativa:
<ul style="list-style-type: none"> • Énfasis en la auto estructuración • Competencia cognitiva determinada por el nivel de desarrollo intelectual • Modelo de equilibración: generación de conflictos y reestructuración conceptual • Aprendizaje operatorio: solo aprenden los sujetos en transición mediante abstracción reflexiva • Cualquier aprendizaje depende del nivel cognitivo inicial del sujeto • Énfasis en el currículo de investigación por ciclos de enseñanza y aprendizaje por descubrimiento 	Estudiante: <ul style="list-style-type: none"> • Constructor de esquemas y estructuras operatorias Docente: <ul style="list-style-type: none"> • Facilitador del aprendizaje y desarrollo Enseñanza: <ul style="list-style-type: none"> • Indirecta por descubrimiento Aprendizaje: <ul style="list-style-type: none"> • Determinado por el desarrollo.

Tabla 6 Postulados centrales del enfoque Constructivista psicogenético. Tomado de Díaz Barriga (2010).

A continuación, Salceda (2010), retoma de UPN (2002), algunos aspectos de este enfoque psicogenético que complementa lo referido por Díaz Barriga y Hernández (2010), (ver tabla 7), lo que sin duda fortalece la propuesta dentro de este marco.

1947 Jean Piaget	Objetivos: La educación ayuda a potenciar el desarrollo, mediante el pensamiento racional y la autonomía moral e intelectual.
Aprendizaje:	El aprendizaje determinado en dos vertientes: 1. Como desarrollo 2. Como adquisición de conocimientos.
Docente:	Ayuda a que el alumno construya su propio conocimiento dentro de su propio entorno.
Estudiante:	Es un constructor activo de su propio conocimiento mediante esquemas y estructuras operatorias
Método:	Indirecto. Se centra en las actividades no en los conceptos.
Evaluación:	Método crítico-clínico. No acepta los exámenes.
Conclusiones:	Proceso complejo, dual y participativo.

Tabla 7 Postulados centrales del enfoque psicogenético. Tomado de Salceda (2010).

2.3.5 Teoría del conectivismo

Primeramente, decimos que está es una teoría de aprendizaje para la era digital, donde el elemento esencial es el uso de la tecnología, toma como base [fundamentos del constructivismo y el cognitivismo, con el propósito de] “explicar el efecto que la tecnología ha tenido sobre la manera en que actualmente vivimos, nos comunicamos y aprendemos” (Siemens, 2004).

En el mismo sentido, Rodríguez y Molero (2009), manifiestan que Siemens “[se basa] en el análisis de las limitaciones del conductismo, el cognitivismo y el constructivismo, para [exponer] las implicaciones que la tecnología ha tenido en nuestro desarrollo de actividades”.

Empleando las palabras de Siemens (2004):

El punto de partida del conectivismo es el individuo. El conocimiento personal se hace de una red, la cual alimenta de [información] a instituciones [o grupos de trabajo], las que a su vez retroalimentan [a] la red, y que finalmente termina [por proporcionar] nuevo aprendizaje para los individuos. Este ciclo de desarrollo del conocimiento [...] permite a los [estudiantes mantenerse] actualizados en su área mediante las conexiones que han formado [a partir de la interacción entre estos elementos].

Del mismo modo, Ledesma (20015), menciona que esta teoría “se identifica como modelo de aprendizaje dentro de una actividad social, donde se reconocen conexiones de diversas partes del mundo [...] ya que el impacto de la tecnología da lugar a nuevos aprendizajes”, de esta manera nos lleva a crear una nueva cultura educativa.

En la opinión de Gutiérrez (20012), “[...] la tecnología juega un rol significativo, la antigua estructura de la era industrial se transforma en la sociedad donde” de acuerdo con Fenwick (2001), citado por Gutiérrez (2012), “La revolución de la tecnología de la información ha transformado los modos de hacer negocios, la naturaleza de los servicios y productos, el significado del tiempo en el trabajo, y los procesos de aprendizaje”. También menciona que en las últimas décadas ha habido un incremento en la oferta en la educación a distancia.

Por lo tanto, el uso de la tecnología es un medio que contribuye a estas nuevas formas de adaptación en el contexto educativo, donde el estudiante es el protagonista de su propio aprendizaje, sin embargo, se deben generar nuevas estrategias de enseñanza y aprendizaje para adecuarlas a estos nuevos requerimientos. lo que se plantea en esta propuesta didáctica.

2.4 Teoría de Van Hiele para el aprendizaje de la geometría

Esta teoría tiene su origen en 1957, en las disertaciones doctorales de Dina Van Hiele-Geldof y Pierre Van Hiele en la Universidad de Utrecht, Holanda. El libro original donde se desarrolla la teoría es “Structure and Insight: A theory of mathematics education.” La teoría se encasilla dentro de la didáctica de la matemática y específicamente en la didáctica de la geometría (EcuRed, 2012).

Observaron en sus estudiantes los mismos errores y dificultades año tras año, aunque ellos utilizaran diferentes formas de explicar y aquellos se esforzaran en aprender. Sin embargo, pasado un cierto tiempo, parecía que empezaban a entender. De aquí dedujeron la existencia de diferentes niveles de pensamiento. Desarrollaron un modelo inicial en el que describían la evolución del aprendizaje de la geometría (por medio de niveles), en el razonamiento de los estudiantes, así como también en pautas prácticas para mejorar la forma de enseñar geometría.

El modelo de razonamiento de Van Hiele ha tenido aceptación en las investigaciones abordadas con la enseñanza de la geometría como soporte conceptual (Usiskin, 1982; Jaime, 1998; De Villiers, 2010; Sarasua, Ruiz de Gauna y Arrieta, 2013) citado en (Iglesias y Ortiz, 2015), es un marco que facilita la organización de manera flexible para que el estudiante tenga una mejor comprensión en el proceso de enseñanza de la geometría. En este mismo sentido Iglesias y Ortiz,

(2015), señalan que el análisis cognitivo (entendido como los niveles de razonamiento) y el análisis de instrucción (lo relacionado a las fases) han favorecido el aprendizaje de la geometría.

Del mismo modo Gutiérrez y Jaime (1998) citado en Sarrín (2019), mencionan que este modelo se caracteriza por ser descriptivo y prescriptivo. “[...] Descriptivo por que intenta explicar como razona los estudiantes, de donde retoman los cinco niveles de razonamiento planteados por Van Hiele [y] por otro lado prescriptivo [debido a que] ofrece pautas a seguir en la organización de la enseñanza”. Derivado de estas pautas están las cinco fases de aprendizaje.

Para Sanz (2001); Blanco (2015) citado en Sarrín (2019), sostienen que este modelo contiene las siguientes propiedades:

Secuencial: Una persona debe recorrer los niveles en orden. Para tener éxito en un nivel [los estudiantes] deben haber adquirido las estrategias en los niveles precedentes.

Progresivo: El progreso de un nivel depende del contenido y los métodos de instrucción.

Intrínseco y extrínseco (explícito/implícito): Los objetos inherentes (o implícitos) [...] son objetos de estudio explícitos en otro nivel [subsecuente].

Lingüístico: Cada nivel tiene sus propios símbolos lingüísticos, [así como un sistema de relaciones entre los mismos símbolos].

Desajuste: Si el profesor, materiales empleados, contenido vocabulario, etc. [se encuentran] a un nivel superior al [que muestra] el estudiante. Este no será capaz de comprender [y por lo tanto] no progresará.

De acuerdo Aravena y Caamaño (20013); Iglesias y Ortiz (2015); Sarrín (20019), el modelo Van Hiele establece que, en el aprendizaje de la geometría, los estudiantes avanzan a través de una sucesión de cinco niveles de razonamiento.

2.4.1 Niveles de razonamiento de la Teoría de Van Hiele

Nivel 1: De reconocimiento

Este nivel es el elemental para llegar al razonamiento (Aravena y Caamaño, 2013; Iglesias y Ortiz, 2015; Sarrín, 20019). Los estudiantes perciben figuras geométricas de forma global, no distinguiendo en ellas partes ni elementos. Lo que no pueden realizar en este nivel, es describir propiedades de las figuras ni generalizar las características comunes con otras de su misma clase, esto mientras enfatiza algunas características no pertinentes de las figuras.

En este sentido Aravena y Caamaño (2013), confirman y añaden que, los reconocimientos, diferenciaciones o clasificaciones [...] que realizan, se basan en semejanzas o diferencias físicas.

Nivel 2: De Análisis

Los estudiantes en este nivel, comienzan a analizar (Aravena y Caamaño, 2013; Iglesias y Ortiz, 2015; Sarrín, 20019), las figuras geométricas; como consecuencia del análisis pueden reconocer en ellas propiedades matemáticas (Sarrín, 2019) pero de manera informal. A través de la experimentación se pueden deducir otras propiedades, aunque no se plantean la conexión de unas con otras. Las clasificaciones en este nivel son importantes de acuerdo a su forma. En este nivel surge por primera vez el pensamiento matemático pues se realizan deducciones de propiedades que tienen figuras geométricas concretas, deducciones que, aunque estén basadas en la mera experimentación, lo importante es que se producen.

Nivel 3: De clasificación

La característica básica de este nivel es la capacidad de relacionar propiedades entre sí. Los estudiantes son capaces de comprender que unas propiedades se pueden deducir de otras y así llegar a describir una figura de manera formal dando definiciones matemáticamente correctas y añadiendo condiciones necesarias y suficientes de modo que no falte ni sobre nada.

Sarrín (2019), agrega que en este nivel el estudiante adquiere la habilidad de conectar lógicamente diversas propiedades de las mismas [figuras o de otras]. Sin embargo, Iglesias y Ortiz (2015), mencionan que el estudiante no comprende el funcionamiento de los sistemas axiomáticos en la validación del conocimiento geométrico.

Nivel 4: De deducción formal

Se entienden y realizan razonamientos lógicos formales. Las demostraciones son consideradas necesarias para verificar afirmaciones y se dan cuenta de que se podían realizar por varios caminos diferentes. También se comprende la existencia de definiciones distintas de un mismo concepto. Aravena y Caamaño (2013), menciona que este razonamiento lo logra mediante una visión globalizada. Esto les da la capacidad de reflexionar acerca de lo que no habían podido deducir en los niveles que preceden, y, en consecuencia, pueden descubrir y demostrar nuevas propiedades. Además de entender el significado de los axiomas o postulados que utiliza para realizar las demostraciones (Iglesias y Ortiz, 2015).

Nivel 5: De rigor [y aplicación].

De acuerdo con Aravena y Caamaño (2013), en este nivel los estudiantes deben trabajar sistemas axiomáticos diferentes del usual, es decir transferir conocimientos a otros sistemas. Gutiérrez y Jaime, (1996) plantean que “existe una posición de escepticismo respecto de la validez de las características del quinto nivel y la poca posibilidad de testarlas”.

2.5 Estilos de aprendizaje

Los estilos de aprendizaje son procedimientos generales integrados por componentes cognitivos, afectivos, conductuales y fisiológicos, que sirven como indicadores relativamente estables, de cómo los discentes, perciben interrelacionan y responden a sus ambientes de aprendizaje, utilizando de forma diferenciada para resolver situaciones problemáticas en distintos contextos (Keefe y Monk, 1986), citado por (Pantoja et. al., 2013).

De esta definición derivan aspectos importantes que se encuentran en el proceso de aprendizaje:

Rasgos cognitivos: incluyen los estudios de la psicología cognitiva que analizan la diferencia de los individuos en cuanto a las formas de conocer, algunos autores este término lo manejan como estilo cognitivo, en vez del ya mencionado Estilo de Aprendizaje.

Rasgos afectivos: sabemos cómo docentes que la motivación y las expectativas influyen notablemente en el aprendizaje.

Rasgos fisiológicos: van desde estudios biofísicos y biorritmos, hasta teorías neurofisiológicas, y que influyen en el aprendizaje. **Proceso perceptivo:** se destaca en el proceso de comunicación y aprendizaje. **Ambiente de aprendizaje:** percibimos, interactuamos, respondemos a los ambientes de manera distinta (Zepeda, 2020).



Ningún estilo de aprendizaje es mejor que otro, la clave es intentar ser competente en cada modo cuando se requiera, el objetivo es identificar cada uno de estos para trabajar con ellos y adquirir los conocimientos mediante los estilos que más les favorezca el proceso de aprendizaje.

De acuerdo con Úbeda y Escobedo (2002), toma como base la propuesta de David Kolb, estos estilos se pueden caracterizar en 4 aspectos importantes: *La experiencia concreta*, se aprende sintiendo, se percibe la información de forma concreta para procesar reflexivamente. *Observación reflexiva*, se aprende escuchando y observando, se percibe la experiencia de forma abstracta y se procesa de manera reflexiva. *Conceptualización abstracta*, se aprende pensando, se procesa activamente, Finalmente. *Experimentación activa*, percibe información de forma concreta y se procesa de manera activa, se aprende haciendo.

Para Zepeda (2020), el estilo se entiende como diferenciador, es relativamente estable en el individuo e integrador de diferentes dimensiones del sujeto, además de ser neutral. Promueven la importancia de tomar en cuenta todas las variables que inciden en el aprendizaje, lo que para Cazau (2004), complementa que uno de los factores propios del entorno asociados son la edad y la costumbre, esto permite que el estudiante desarrolle más de un estilo.

2.5.1 Propuesta de Neil Fleming

Este modelo se origina a partir de la observación en las aulas por parte de Neil Fleming, conjeturó que, si los estudiantes conocían sus preferencias de modalidad sensorial (estilos de aprendizaje), en el momento de aprender, sería más fácil adecuarlas a las formas de enseñar del docente. Fleming en colaboración con Collen Mills, desarrollan un instrumento de diagnóstico llamado VARK, que corresponde a un inventario de auto reporte indirecto en el cual los estudiantes responden mediante un cuestionario, derivado de este, se clasifican en cuatro estilos y, con los resultados se puede mostrar que hay estudiantes que son multimodales, es decir que procesan la información en más de una forma. En particular para esta investigación se rescata esta clasificación para llevar a cabo patrones de interacción con los estudiantes, se detallan algunas de sus características, (ver tabla 8).

Estilo de aprendizaje	Características
Visual 	Los estudiantes perciben y aprenden mejor nuevas informaciones de manera visual, gráfica o representaciones que les permite observar los conceptos de manera simbólica, desarrollan un pensamiento espacial. Almacena la información rápidamente y en cualquier orden, el aprendizaje se facilita mediante el uso de diagramas, imágenes, muestran sus emociones mediante la expresión facial.
Auditivo 	Son estudiantes que aprenden escuchando explicaciones orales mediante un pensamiento verbal, conferencias, discusiones y toda actividad que involucre el escuchar ya que tienen la facilidad de recordar. Almacenan información en bloque en forma secuencial, pero se pueden distraer con facilidad, sin dejar de escuchar debido al desarrollo sensorial, aunque también emplean la voz, y por lo tanto, este binomio lo utilizan como principal canal para el aprendizaje.



<p>Lecto-redactor</p> 	<p>Presentan una marcada preferencia mediante la información impresa, es decir el uso de materiales escritos, utilizan la repetición oral para recordar, como parte de su estilo, suelen hacer notas, resúmenes o apuntes para sintetizar los textos, lo que les ayuda a su aprendizaje.</p> <p>Vocalizan las palabras con facilidad cuando leen, lo que les facilita el escribir como parte de su estilo, esto es una buena herramienta para su proceso de aprendizaje.</p>
<p>Kinestésico</p> 	<p>La característica principal de este estilo es poner en práctica de manera real o simulada la actividad, permanecen ocupados físicamente todo el tiempo con el aprendizaje experimentado lo que los lleva a un aprendizaje más profundo.</p> <p>Mantiene contacto todo el tiempo el objeto producto de su práctica, expresan sus emociones con movimientos.</p>

Tabla 8 Características de estilos de aprendizaje de la propuesta de Neil Fleming. Fuente; Elaboración propia.

2.5.2 Modelo de David Kolb

Este relaciona la experiencia de aprendizaje con sus procesos, lo define como el proceso de adquirir, recordar ideas y conceptos, propone que para generar el aprendizaje es importante la manera como procesamos la información, depende de esto la forma de como aprendemos, este se logra a partir de la percepción: tener una experiencia abstracta o concreta, por el procesamiento de la información: de forma activa o reflexiva (Zepeda,2020).

Kolb comenta para que se produzca un aprendizaje realmente efectivo es necesario trabajar esas cuatro categorías, un aprendizaje óptimo es el resultado de trabajar la información en cuatro fases, porque la manera de seleccionar, organizar y trabajar con la información implica una serie de hechos que deben tomarse en cuenta en el salón de clases, para que el estudiante aprenda más fácilmente (Castro y Guzmán, 2005).

De acuerdo con Kolb (1980) determina el aprendizaje como el resultado del procesamiento de la percepción recibida, este se puede dar a través de la experimentación activa o de la observación reflexiva, para explicar su teoría emplea un modelo de cuatro cuadrantes en el que representa los estilos de aprendizaje en: divergentes, asimiladores, convergentes y acomodadores (ver tabla 9).

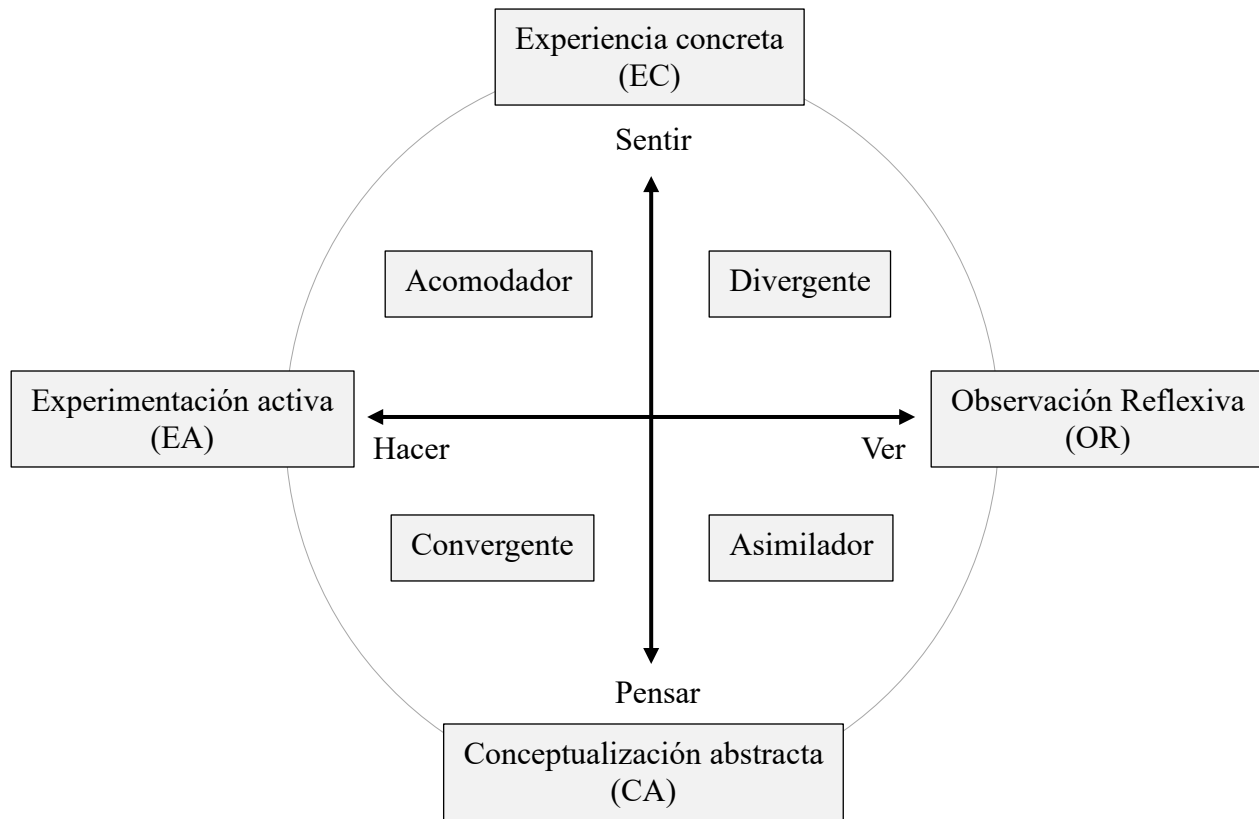


Figura 6 Configuración de los estilos de aprendizaje retomado del modelo de Kolb. Tomado de Zepeda (2020).


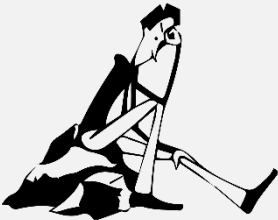

Estilo de aprendizaje	Características
Divergente	Modalidades EC y OR, tiene alto potencial imaginativa, visualiza situaciones, concretas de diversas perspectivas, formula ideas, emotivo, se interesa por las personas.
Asimilador	Modalidades CA y OR, tiene habilidad para crear modelos teóricos, razonamiento inductivo; posee la facultad de crear modelos teóricos, se interesa más por los conceptos abstractos que por las personas.
Convergente	Modalidades CA y EA, busca la aplicación práctica de las ideas, sus conocimientos están organizados y puede resolver problemas específicos mediante razonamiento hipotético - deductivo.
Acomodador	Modalidades EC y EA, tiene preferencia por hacer cosas, proyectos o experimentos, se adapta e involucra fácilmente a situaciones nuevas, es el más arriesgado de los estilos.

Tabla 9 Características de estilos de aprendizaje modelo Kolb. Fuente: Elaboración propia.

2.5.3 Modelo Honey-Alonso

Este modelo de soporte puede ser utilizado de manera simultánea para fortalecer la investigación, Honey y Munford parten de la teoría y las herramientas desarrolladas por Kolb. Alonso aportó a cada uno de los estilos una serie de características adaptando las herramientas de descritas por Honey y Munford a un ambiente académico, elaborando el CHAEA (cuestionario Honey-Alonso de estilos de aprendizaje).

Los estilos derivados de este modelo incluyen algunas de las destrezas que determinó Alonso, a continuación, se describen: (ver tabla 10).

Estilo de aprendizaje	Características
Activos 	Aquí los estudiantes se implican en los asuntos de los demás y centran a su alrededor todas las actividades que emprenden con entusiasmo. Son de mente abierta, nada escépticos. Sus días están llenos de actividad. Piensan que por lo menos una vez hay que intentarlo todo. Espontáneos, creativos innovadores deseosos de aprender y resolver problemas.
Reflexivos 	Los estudiantes con estas características consideran las experiencias y las observan desde diferentes perspectivas. Reúnen datos analizándolos con detenimiento antes de llegar a alguna conclusión. Son prudentes, observan bien y consideran todas las alternativas posibles antes de realizar un movimiento. Escuchan a los demás y no actúan hasta apropiarse de la situación, son ponderados, pacientes, inquisidores, lentos y detallistas.
Teóricos 	En esta clasificación los estudiantes adaptan e integran las observaciones dentro de las teorías lógicas y complejas. Enfocan los problemas de forma vertical escalonada, por etapas lógicas. Tienden a ser perfeccionistas. Integran los hechos en teorías coherentes. Les gusta analizar y sintetizar. Son profundos en su sistema de pensamiento, a la hora de establecer principios, teorías y modelos. Para ellos si es lógico es bueno. Buscan la racionalidad y la objetividad huyendo de lo subjetivo y de lo ambiguo.


<p>Pragmáticos</p> 	<p>Predomina en ellos la aplicación práctica de las ideas. Descubren el aspecto positivo de las nuevas ideas y aprovechan la primera oportunidad para experimentarlas. Les gusta actuar rápidamente y con seguridad con aquellas ideas y proyectos que les atraen. Tienden a ser impacientes. Pisan la tierra cuando hay que tomar una decisión o resolver un problema. Orientan su aprendizaje hacia la necesidad de dar una respuesta a problemas concretos.</p>
--	--

Tabla 10 Estilos de aprendizaje, modelo Honey-Alonso, Fuente: tomado de Alonso, Gallegos y Honey, (1994). Elaboración propia.

Se retoma la propuesta de Neil Fleming y Collen Mills, para identificar primero los estilos de aprendizaje mediante un test estandarizado con el propósito de diseñar los recursos de la asignatura en cuestión para cubrir los cuatro estilos de aprendizaje, los estudiantes tendrán acceso de manera síncrona o asíncrona a estos recursos, pero también servirá de apoyo para la formación de los equipos de trabajo colaborativo de manera heterogénea para potenciar el aprendizaje de acuerdo a los estilos y de esta manera podrán interactuar.

Por lo tanto, se establece que para este estudio es importante identificar esta variable que no puede ser controlada en su totalidad, debido a los cambios que el estudiante presenta dentro del proceso de aprendizaje, pero acorde a la interacción que tienen en el grupo de trabajo colaborativo (se propone sea lo más heterogéneo posible) también funcionará para potenciar otras maneras de aprender, con el apoyo de los recursos y las actividades que se propongan de la temática de la asignatura, en donde no tendrán restricción alguna en elegir de qué manera trabajar, ya esto lo encontraran en el Entorno Virtual de Aprendizaje.

III. Estrategias didácticas y tecnológicas de enseñanza y aprendizaje

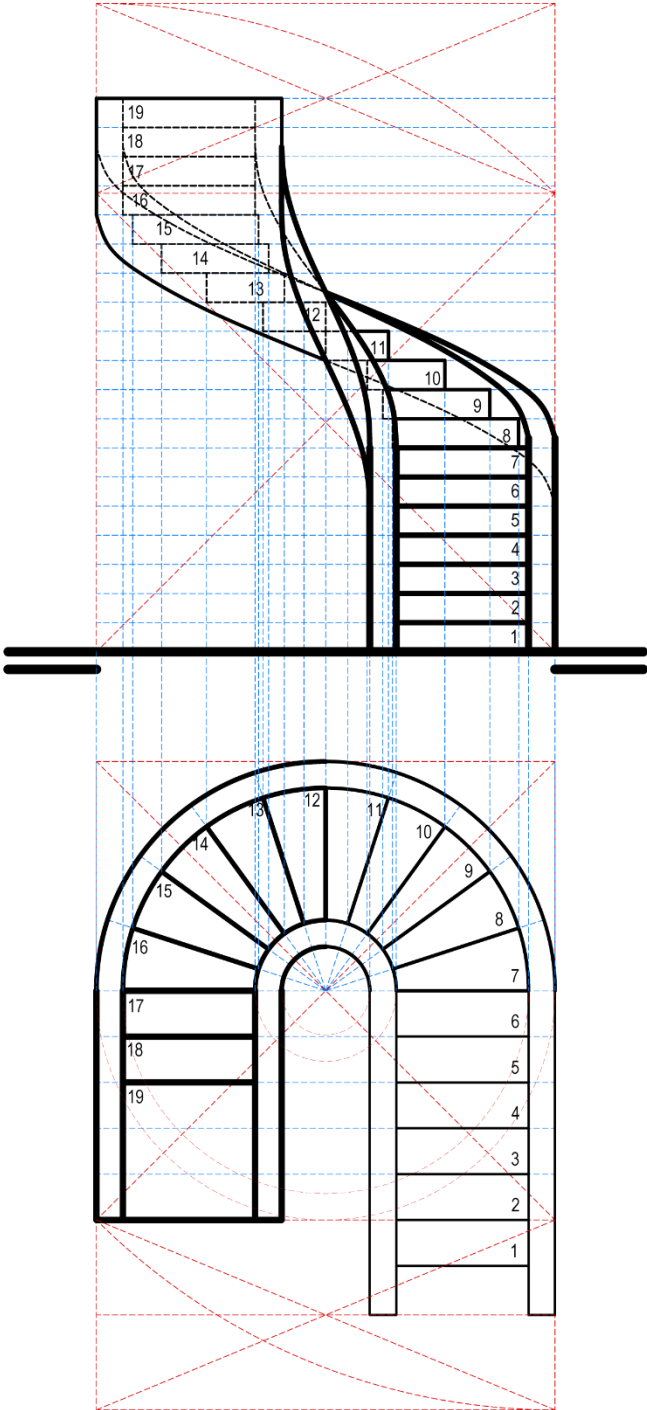


Figura 7 Taller de Geometría I. Actividad: Desarrollo e interpretación de la configuración geométrica, para la construcción de la Escalera de la Casa Cecil O 'Gorman. Tomado de Lomeli, Lomeli y Ramirez, (2017).

III. Estrategias didácticas y tecnológicas de enseñanza y aprendizaje

En el presente apartado se aborda lo relacionado con las diversas estrategias didácticas y tecnológicas que algunos autores han propuesto como parte del proceso y se pueden elegir de acuerdo a los requerimientos y objetivos que se plantean en la asignatura.

3.1 Estrategias de enseñanza

Las estrategias de enseñanza son “los procedimientos que el [docente] utiliza de manera flexible, [adaptativa, autorregulada] y reflexiva para promover el logro de aprendizajes significativos en los [estudiantes]” (Mayer, 1984; Shuell, 1988; West, Farmer y Wolff, 1991) citados por Díaz Barriga y Hernández (2010). En el mismo sentido estos dos últimos autores, señalan que “las estrategias de enseñanza son medios o recursos para prestar la ayuda pedagógica ajustadas a las necesidades de progreso de la actividad constructiva de los [estudiantes]”.

Igualmente, Tobón (2010), citado por Jiménez y Robles (2016), define las estrategias didácticas “[como] un conjunto de acciones que se proyectan y se ponen en marcha de forma ordenada para alcanzar un determinado propósito”, por esta razón, en el campo pedagógico [se] especifica que es un “plan de acción que pone en marcha el docente para lograr los aprendizajes” (Tobón, 2010).

Jiménez y Robles (2016) mencionan que “las estrategias didácticas como elemento de reflexión [...] ofrecen grandes posibilidades y expectativas y mejorar la práctica educativa”.

El docente utiliza las estrategias de enseñanza para promover la adquisición de habilidades y conocimientos. Algunas estrategias se adquieren de manera simple y sencilla, mientras que otras requieren de una instrucción específica.

Desde la posición de Flores (2000), citado en Jiménez y Robles (2016), refiere [con relación a] las estrategias cognitivas se diseñan para que el estudiante aprenda a pensar [...] con estructuras, esquemas y operaciones mentales que le permitan resolver y decidir situaciones académicas y vivenciales. En este sentido, los aprendizajes serán significativos [pero] requieren de reflexión, comprensión y construcción de sentido.

Por consiguiente, las estrategias de enseñanza se distinguen de las estrategias de aprendizaje, estas últimas son ejecutadas voluntaria e intencionalmente por el estudiante, siempre que se le demande aprender, recordar o solucionar problemas en relación con las actividades que requieran de una solución en algún problema aplicado en la actividad académica.

Análogamente, Alonso y Tapia (1997) citado por Flores et al. (2017), señalan que hay dos grandes tipos de estrategias: las de enseñanza y las de aprendizaje y para tener una noción general se describen en el siguiente cuadro.

Estrategias dirigidas al cumplimiento de los objetivos	Enseñanza	Estas son las utilizadas por el docente para promover y facilitar el aprendizaje significativo de los estudiantes.
	Aprendizaje	Estas son las utilizadas por el estudiante para reconocer, aprender, y aplicar la información y/o contenido [que se recibe].

Tabla 11 Tipos de estrategias de aprendizaje. Fuente: Alonso y Tapia (1997) Tomado de Flores et al. (2017).

Monereo (1997), citado por Flores et al. (2017), señala que las estrategias en general, comparten [...] aspectos en común, estos son considerados componentes fundamentales, los describe como:

- Los participantes activos del proceso de enseñanza y aprendizaje: estudiante y docente.
- El contenido a enseñar (conceptual, procedimental y actitudinal).
- Las condiciones espacio-temporales o el ambiente de aprendizaje.
- Las concepciones y actitudes del estudiante respecto a su propio proceso de aprendizaje.
- El factor tiempo.
- Los conocimientos previos de los estudiantes.
- La modalidad de trabajo que se emplee (ya sea individual, en pares o grupal).
- El proceso de evaluación (ya sea diagnóstico, formativo o sumativo).

Asimismo, Díaz Barriga y Hernández (2010), mencionan algunas estrategias de enseñanza centradas en el aprendizaje experiencial y situado, son las siguientes:

- Aprendizaje centrado en la solución de problemas auténticos.
- Análisis de casos.
- Método de proyectos.
- Prácticas situadas o aprendizajes in situ en escenarios reales.
- Aprendizaje en el servicio (service learning).
- Trabajo en equipos colaborativos.
- Ejercicios, demostraciones y simulaciones situadas.
- Aprendizaje mediado por las nuevas tecnologías de la información y comunicación NTIC.

Del mismo modo señalan que estas estrategias tienen algo en común:

- Enfocan la construcción del conocimiento en contextos reales.
- Enfocan el desarrollo de las capacidades reflexivas, críticas y el pensamiento de alto nivel.
- Se enfocan hacia la participación en prácticas sociales auténticas de la comunidad.

Respecto a estas estrategias señalan dos cosas:

- Algunas de estas estrategias han sido desarrolladas hace décadas, como por ejemplo la enseñanza experiencial, el método de proyectos y el análisis de casos. Sin embargo, ahora están siendo reconceptualizadas desde la perspectiva situada y sociocultural.
- Varias de estas estrategias pueden combinarse en la práctica e incluso encontrarse integradas. Por ejemplo, McKeachie (1999) bajo el nombre “aprendizaje experiencial” engloba el aprendizaje basado en servicios, el internador (internship), el trabajo colaborativo, la participación del estudiante en tareas de investigación auténticas.

Por esta razón, la selección en el uso de las estrategias depende de las interpretaciones que los estudiantes hacen de los objetivos o propósitos, de los profesores cuando estos enseñan o evalúan.

3.1.1 Estrategias para generar un aprendizaje significativo

La enseñanza situada destaca la importancia de la actividad y el contexto para el aprendizaje. Considera el aprendizaje escolar como un proceso en el que los estudiantes se integran de manera gradual en una comunidad de prácticas sociales. Entonces para la enseñanza situada aprender y hacer son acciones inseparables, por lo que los alumnos han de aprender haciendo dentro del contexto pertinente.

Para Díaz Barriga y Hernández (2010) la cognición situada es una de las tendencias más representativas no solo de la enseñanza situada sino dentro del enfoque sociocultural.

Según Daniels (2003), citado por Díaz Barriga y Hernández (2010), los modelos de enseñanza situada recuperan diversos postulados de la corriente socio-histórica y de la teoría de la actividad, a la vez, que son propuestas socioculturales referidas a modelos de construcción del conocimiento, que el autor llama “modelo del equipo de investigación científica” y “modelo del aprendizaje artesanal”.

De acuerdo con Díaz Barriga (2006) el enfoque de la Enseñanza Situada se basa en modelos de instrucción derivados de los estudios en cognición y aprendizaje situado, destaca, dentro de la visión sociocultural, los siguientes enfoques de Enseñanza Situada:

- Aprendizaje cognitivo (cognitive apprenticeship). - Rogoff (1993)
- Participación periférica legítima. - Lave y Wenger (1991).
- La enseñanza recíproca. - Palincsar y Brown (1984).
- La construcción colaborativa del conocimiento, las comunidades de aprendizaje y la alfabetización tecnológica. - Scardamalia y Bereiter (1991), Daniels (2003).

Cabe señalar que algunas de estas estrategias han sido desarrolladas hace décadas, por ejemplo, la enseñanza experiencial, el método de proyectos y el análisis de casos. “Sin embargo están siendo reconceptualizadas desde la perspectiva situada y sociocultural” (Díaz Barriga y Hernández, 2010). La combinación en práctica puede permitir la integración de varias estrategias a la vez. Por ejemplo, McKeachie (1999) bajo el nombre “aprendizaje experiencial” engloba el aprendizaje basado en servicios, el internador (*internship*), el trabajo colaborativo, la participación del estudiante en tareas de investigación auténticas.

3.1.2 Descripción general de algunas estrategias didácticas

Estrategia	Descripción
Diseño de proyectos DP	Es un proceso intencional <i>de un grupo para alcanzar objetivos específicos</i> En el marco de una organización, el trabajo en grupo con soporte tecnológico se presenta como un conjunto de estrategias tendientes a maximizar los resultados y minimizar la pérdida de tiempo e información en beneficio de los objetivos organizacionales.
Trabajo colaborativo TC	Esta estrategia se caracteriza por la igualdad que debe tener cada individuo en el proceso de aprendizaje y la mutualidad, entendido como la conexión, profundidad y bidireccionalidad que alcance la experiencia, en función del nivel de competitividad, donde se consideran planificación conjunta, intercambio de roles y distribución de responsabilidades.
Trabajo colaborativo basado en TICs TCT	Proceso intencional de trabajo de un grupo para alcanzar objetivos, más herramientas de software diseñadas para dar soporte y facilitar el trabajo (Computer Supported Cooperative Work). Se plantea como mediación en el aprendizaje y elemento de actualización e innovación docente; así como una necesidad para alcanzar la calidad educativa.

Trabajo cooperativo TCO	Técnica de instrucción en donde las actividades de aprendizaje se efectúan en pequeños grupos que se forman después de las indicaciones explicadas por el docente. Los integrantes cambian la información, activan conocimientos previos, promueven la investigación y se retroalimentan mutuamente.
Aprendizaje basado en problemas ABP	Proceso de aprendizaje que gira en base al planteamiento de una situación problemática previamente diseñada y la elaboración de constructos. En la que se da importancia tanto a la adquisición de conocimientos como al desarrollo de habilidades y actitudes.
Aprendizaje basado en el análisis y discusión de casos ABAC	Consiste en el planteamiento de algún caso a los estudiantes. Es analizado, discutido y posteriormente se promueve el estudio profundo basado en el aprendizaje dialógico y argumentativo (Boeher, 2020). Esta estrategia se divide en tres partes: <ul style="list-style-type: none"> • Preparación del caso • Análisis del caso en grupos colaborativos • Discusión del caso en el aula
Aprendizaje mediante proyectos AMP	En esta estrategia los proyectos a desarrollar dependen en gran medida de los intereses académicos y personales desde un inicio. Actividad propositiva que los alumnos realizan, <ul style="list-style-type: none"> • Suponen cierta libertad de acción de los marcos curriculares • Se orienta a una actividad o producto concreto • Es valioso como experiencia pedagógica, permite el desarrollo de conocimientos, habilidades y actitudes.
Discursiva D	El uso del discurso bajo una intención didáctica, dirigidas a organizar estructuras para darle sentido lógico al discurso. También sirven para clarificar el contenido, lo cual usa las definiciones, ejemplificaciones y de lo expuesto. Es la estrategia más recurrente dentro del aula.
Organizativa O	Son organizadores gráficos que permite visualizar estructuras lógicas de material instruccional. Apoyan a resumir y organizar grandes cantidades de información.

Tabla 12 Descripción general de estrategias de enseñanza, Fuente: Tomado de Díaz Barriga y Hernández, (2010).

3.2 Estrategias de aprendizaje

Existen muchas y muy variadas definiciones que se han propuesto para [entender] el concepto de estrategias de aprendizaje (Monereo, 1990 y 2000; Hernández, 2006; Muría, 1994; Nisbet y Shucksmith, 1997) citados por (Díaz Barriga y Hernández, 2010). Estos dos últimos autores proponen una definición más formal:

Una estrategia de aprendizaje es un procedimiento [entendido como el] (conjunto de pasos o habilidades) y al mismo tiempo un instrumento psicológico que un [estudiante] adquiere y emplea intencionalmente como recurso flexible para aprender significativamente y para solucionar problemas y demandas académicas (Díaz Barriga, Castañeda y Lule, 1986, Hernández, 2006). Su empleo implica una continua actividad de toma de decisiones, un control metacognitivo y está sujeto al influjo de factores motivacionales, afectivos y de contexto educativo-social.

Del mismo modo, Nisbet y Shucksmith (1986) citados por García, Sánchez, Jiménez y Gutiérrez (2012), definen las estrategias de aprendizaje como “las secuencias integradas de conocimientos o actividades que se eligen con el propósito de facilitar la adquisición, el almacenamiento y/o la utilización de la información o conocimientos”.

Asimismo, Díaz Barriga y Hernández (2010) proponen que la definición de estas estrategias de aprendizaje debe contener las siguientes características:

- Son procedimientos flexibles que pueden incluir técnicas u operaciones específicas.
- Su uso implica que el [estudiante] tome decisiones y las seleccione de forma inteligente de entre un conjunto de alternativas posibles, dependiendo de las tareas cognitivas que se le planteen, de la complejidad del contenido, de la situación académica en que se encuentra y de su autoconocimiento como [estudiante].
- Su empleo debe realizarse en forma flexible y adaptativa, en función de condiciones y contextos.
- Su aplicación es intencionada, consciente y controlada. [...] requieren de la aplicación de conocimientos metacognitivos, [con el objetivo de no llegar a confundir] con simples técnicas para aprender.
- [Su empleo] está influido por factores motivacionales-afectivos de doble índole interna (metas de aprendizaje, procesos de atribución, expectativas de control y auto eficacia) y externa (situaciones de evaluación y experiencias de aprendizaje, entre otros).

- Como instrumentos psicológicos apropiables, puede decirse que es posible aprenderlas [con] el apoyo de otros que saben cómo utilizarlas (Belmont, 1989) citado en (Díaz Barriga y Hernández, 2010).

Por lo tanto, a partir de estas definiciones y aspectos mencionados por los autores referidos, se toman en cuenta para la propuesta con el objetivo de fortalecer las actividades derivadas de la temática que aborda la asignatura.

Díaz Barriga y Hernández (2010), mencionan que para clasificar algunas estrategias es complicado, pero de acuerdo con algunos autores lo han hecho a partir del conocimiento al que se aplican, el tipo de aprendizaje. En este sentido se retoman dos clasificaciones: al tipo de proceso cognitivo (ver Tabla 13) y a la función cognitiva (ver Tabla 14), (Pozo,1990) citado en (Díaz Barriga y Hernández, 2010).

Estrategias de aprendizaje por proceso cognitivo.	
Tipos de estrategia	Descripción
Recirculación de la información	Suponen un proceso de carácter superficial y son usadas para conseguir un aprendizaje al pie de la letra. La repetición de la información a partir de la memoria del aprendiz.
Elaboración	Buscan integrar y relacionar la nueva información que van a aprender con los conocimientos previos. Pueden ser visuales y verbal-semántico.
Organización	Favorecen la agrupación y clasificación de la información, explorando las relaciones que lo conforman.

Tabla 13 Estrategias de aprendizaje por proceso cognitivo, Fuente: Tomado de Díaz Barriga y Hernández, (2010).

Estrategias de aprendizaje por función cognitiva	
Tipos de estrategia	Descripción
Adquisición	Observación, búsqueda y selección de la información, repaso y retención.
Interpretación	Decodificación o traducción de la información, aplicación de modelos para interpretar situaciones y Uso de analogías y metáforas.

Análisis y razonamiento	Análisis y comparación de modelos, razonamiento y realización de inferencias e investigación y solución de problemas.
Comprensión	Comprensión del discurso oral y escrito, establecimiento de relaciones conceptuales y organización conceptual.
Comunicación	Expresión oral, expresión escrita, expresión a través de información gráfica, numérica, icónica.

Tabla 14 Estrategias de aprendizaje por función cognitiva, Fuente: Tomado de Díaz Barriga y Hernández, (2010).

3.3 Estrategias de aprendizaje de la geometría según Van Hiele

El modelo Van Hiele ofrece una serie de pautas para que el estudiante logre sus objetivos de aprendizaje mediante una estructura clara, lógica y sistematizada, de manera que provoque el desarrollo del razonamiento geométrico y espacial en los estudiantes. Además, este modelo se basa en niveles de razonamiento y se debe considerar el tipo de enseñanza previa que el estudiante ha recibido en etapas precedentes.

En el mismo sentido, Iglesias y Ortiz (2015), mencionan que los cambios en los niveles se darán de forma progresiva y continua; de manera tal que las habilidades geométricas implícitas en un nivel n , se hacen explícitas en un nivel [subsecuente] $n+1$.

De acuerdo a los niveles de razonamiento mencionados en el marco teórico, Van Hiele menciona que se debe contemplar de manera secuencial una serie de estrategias de aprendizaje mediante cinco fases, algunos autores hacen referencia a estas.

3.3.1 Fases del aprendizaje de Van Hiele

Como expresa Jaime (1993), citado por (Vargas y Ronny, 2013), [...] las fases de aprendizaje guían al docente en el diseño y organización de las experiencias de aprendizaje. [...] estas fases no son exclusivas de un nivel, sino, en cada nivel el estudiante comienza con la primera fase, [y cuando llegue a la fase final] debe haber alcanzado el nivel de razonamiento propuesto.

Fase 1 de información:

Es la primera toma de contacto con la materia que se va a estudiar. El rol del docente es informar a los estudiantes sobre lo que se va a trabajar. Asimismo, aprenderán a manejar el material y tendrán que adquirir conocimientos básicos para comenzar el trabajo correspondiente.

En esta fase el docente conoce el grado de conocimientos previos que poseen los estudiantes, se considera la capacidad con la que cuentan los estudiantes para realizar sus actividades de razonamiento geométrico (Iglesias y Ortiz, 2015).

Fase 2 de orientación dirigida:

Sarrín (2019), expresa que en esta fase los estudiantes exploran [la temática] mediante una serie de actividades dirigidas al descubrimiento y aprendizaje de los conceptos y propiedades fundamentales del área de estudio [...] mediante instrucción programada, que conforman el módulo de aprendizaje [de la asignatura] (Lobo, 2005; Iglesias, 2007; Iglesias y Ortiz, 2015).

Por lo tanto, el docente suministrara al estudiante recursos mediante materiales para realizar estas actividades que deben ser seleccionadas de modo tal que los conceptos, estructuras y características, sean presentados de forma gradual y progresiva, facilitando esta presentación.

Fase 3 de explicitación:

Se basa en el diálogo entre los estudiantes con la intervención del docente cuando es necesario con el propósito de [unir] las experiencias adquiridas mediante símbolos lingüísticos (Sarrín, 2019; Lobo, 2005) precisos dentro de las características del nivel de razonamiento respectivo (Sarrín, 2019), esto se da a partir de los resultados obtenidos de sus exploraciones geométricas (Iglesias, 2007; Iglesias y Ortiz, 2015).

Es decir, se hace una revisión de lo realizado en las dos primeras fases con el propósito de organizar ideas, realizar conclusiones y afinar este nuevo vocabulario para poder expresarse adecuadamente y con precisión lo relacionado con la asignatura.

Fase 4 de orientación libre:

El docente en esta fase con el propósito de facilitar el proceso de transferencia y consolidación de los aprendizajes, busca que los estudiantes utilicen y combinen los nuevos conocimientos y habilidades geométricas [adquiridas para la solución de problemáticas, en nuestro caso dentro del contexto de la arquitectura] (Iglesias, 2007; Iglesias y Ortiz, 2015).

En el mismo sentido, esta fase es el momento de aplicar los conocimientos y el lenguaje adquiridos anteriormente a nuevas situaciones con el fin de afianzar, perfeccionar y completar el tema de estudio, lo más importante es que el estudiante haga suyos estos conocimientos.

Fase 5 de integración:

En esta fase el docente resume el campo explorado con la finalidad de lograr que los estudiantes integren en su red (Sarrín, 20019; Lobo, 2005), [y de forma global] los conocimientos y formas de razonamiento que el estudiante ha adquirido en las anteriores fases (Mateus y Castellanos, 2015; Iglesias y Ortiz, 2015), de modo que le proporcione una visión general de lo aprendido.

Una vez completada esta fase, el alumno habrá adquirido un nivel superior de razonamiento. Este modelo hace énfasis que el aprendizaje debe ser personal (es decir de cada estudiante), [los estudiantes] aquí buscan su información, y el papel del docente es guiarlo y coordinar con él [la creación] de un ambiente propicio de aprendizaje (Mateus y Castellanos, 2015).

Para finalizar, Gutiérrez y Jaime (2012) citado en (Iglesias y Ortiz, 2015), mencionan que las fases de aprendizaje, componente prescriptivo del modelo Van hiele, “constituyen una propuesta metodológica para docentes que indican como organizar diferentes tipos de contenidos específicos [...] secuenciándolos para facilitar el progreso de los estudiantes y gradúen su aprendizaje.

3.4 Estrategias para activar o generar conocimientos previos

Díaz Barriga y Hernández (2010), señalan que es importante considerar la activación de los conocimientos previos de los estudiantes ya que sin estos no se pueda llevar a cabo la actividad constructiva que permita entender, asimilar e interpretar la información nueva.

En este sentido plantean que deben emplearse el uso de estrategias deben emplearse previo a la presentación de cualquier información por aprender, es decir antes que los estudiantes inicien cualquier tipo de actividad, indagación o integración sobre el material de aprendizaje, propiamente dicho, sea individual o mediante trabajo colaborativo.

Por esta razón Díaz Barriga y Hernández (2010), recomiendan para llevar a cabo estas estrategias, se tomen en cuenta algunos aspectos importantes que a continuación se mencionan:

- Hacer una identificación previa de los conceptos centrales de la información que los alumnos van a prender o de la línea argumental del texto a revisar.
- Tener presente que es lo que se espera que aprendan los estudiantes en la situación de enseñanza y aprendizaje.
- Explorar los conocimientos previos pertinentes de los estudiantes para activarlos (cuando existan, evidencias de los estudiantes las poseen) o generarlos (cuando se sepa que los estudiantes poseen escasos conocimientos o que no los tienen).

Alguna de las principales estrategias para llevar a cabo esta actividad son las siguientes: la actividad focal introductoria, la discusión guiada y la actividad generadora de información previa, se retoman de acuerdo a lo que mencionan estos autores:

Actividad focal introductoria

Estas son estrategias que buscan que los estudiantes se sientan atraídos por la temática, lo que permite una participación activa por parte de ellos con el propósito de activar los conocimientos previos, se recomienda generar una situación motivacional que permita entrar en confianza para generar un nuevo conocimiento. Este tipo de casos son aquellos que presentan situaciones que sorprenden a los estudiantes y ellos mismos se incorporan para ser partícipe de la actividad.

Díaz Barriga y Hernández (2010), destacan que la función central de la actividad es:

- Actuar con situaciones que activen el conocimiento previo de los estudiantes, especialmente cuando la presentación se acompaña de la participación de los estudiantes para exponer razones, o hipótesis.
- Servir como foco de atención o referente para discusiones posteriores.
- Influir marcadamente la atención y estimulación en los estudiantes.

Discusiones guiadas

Esta requiere de planeación previa que considere los 3 aspectos mencionados que se consideran para toda actividad con la intención de crear información previa. La aplicación de estas estrategias desde el inicio de la discusión activa sus conocimientos en torno al tema, y se da gracias a los intercambios en la discusión con el profesor, desarrollando y compartiendo con los demás la información previa que pueden o no tener.

Wray y Lewis (2000) citados en (Díaz Barriga y Hernández, 2010) señalan algunos puntos centrales a considerarse en la planeación y aplicación de una discusión, son los siguientes:

- Tener claros los objetivos de la discusión y hacia donde se quiere llevar, de esta manera, se podrá activar y favorecer la compartición de conocimientos previos pertinentes, para el aprendizaje de los nuevos contenidos que se abordarán posteriormente.
- Introducir de manera general la temática central a discutir y que los estudiantes participen con sus experiencias previas en torno al tema.
- Elaborar preguntas abiertas que requieran más de una respuesta afirmativa o negativa y dar tiempo a que los estudiantes respondan reflexivamente.

- Participar como docente y no solo conducir la discusión, modelar la forma de hacer preguntas y dar respuestas.
- Manejar la discusión como dialogo informal en un clima de respeto y apertura con el propósito que los estudiantes interactúen con las respuestas de sus compañeros.
- La discusión debe ser breve y sin que se dispersen para que se produzca la participación
- Llevar un registro de la información previa pertinente que interesa y desea activar y compartir con el grupo.
- Dar un cierre a la discusión y elaborar un resumen donde se consigue los más importante; animar a los estudiantes para que participen con sus comentarios finales.

Actividad generadora de información previa

Esta actividad permite a los estudiantes generar y compartir información previa para activar el conocimiento, reflexionar, acerca de un tema determinado. Algunos autores se refieren a esta como lluvia de ideas o tormenta de ideas tiene una similitud con la actividad de discusiones guiadas Wray y Lewis (2000) citados en (Díaz Barriga y Hernández, 2010). Esta estrategia es una manera de lograr una interacción e integración entre los participantes en una comunidad o en un grupo o en un equipo de trabajo.

De acuerdo con Cooper (1990) citado en (Díaz Barriga y Hernández, 2010), propone las siguientes consideraciones para llevarlas a cabo:

- Introducir a la temática de interés
- Los estudiantes deben observar y anotar lo relacionado a las ideas centrales de la temática, se sugiere que, si los estudiantes tienen la capacidad de realizar un mapa de manera individual o grupal, este será de gran ayuda.
- Los estudiantes pueden presentar lo anotado durante la actividad y presentar ante el grupo.
- Discutir y recabar la información, destacando la información importante de la temática central, la información errónea debe ser señalada.
- Recuperar ideas y generar una breve discusión al respecto en donde se procure se relacione con la información nueva, se sugiere utilizar algún mapa conceptual. También se puede concluir la actividad marcando el objetivo de la sesión o del tema.

3.5 Estrategias tecnológicas enmarcadas en la educación 4.0

La educación 4.0 esta asociada a diversas teorías y métodos de aprendizaje vinculadas al empleo, el emprendimiento y a la pedagogía. [...] También fomenta la utilización de tecnologías disruptivas para optimizar el aprendizaje y, en consecuencia, proporcionar soluciones innovadoras a problemas reales y complejos (Flores, Guzmán, Martínez, Ibarra y Alvear, 2020).

De acuerdo con la UNESCO (2016) citado en (Dorantes, Rodríguez y Acosta, 2020) menciona que "los cambios impulsados por la Educación 4.0. incorporan la flexibilidad curricular, el aprendizaje personalizado, y las habilidades digitales [...]". En este sentido plantean un proceso de enseñanza aprendizaje "centrada en las capacidades dirigidas a la práctica con base en los aspectos digitales y tecnológicos donde el estudiante, su ritmo y necesidades, constituyen el centro de la acción docente.

Del mismo modo Dorantes, Rodríguez y Acosta (2020), afirman que la finalidad de la Educación 4.0, es lograr una transformación digital, pero considera tres elementos importantes además de la tecnología. Igualmente, para Ranz (2019), considera que "estos forman los 4 postes de la carpa de la Educación 4.0 y se sientan sobre otros no directamente relacionados con la tecnología, pero cuyo despliegue va a ser decisivo gracias a la transformación digital":

- La tecnología [en la pedagogía mediante estrategias de aprendizaje].
- La personalización del aprendizaje.
- La escuela como desarrollo del talento.
- El aprendizaje de las competencias claves del siglo XXI.

En palabras de Flores, Guzmán, Martínez, Ibarra y Alvear (2020), indican que la educación 4.0 es pragmática. "Su inclinación por las soluciones y la utilidad denota el vinculo que tiene con el sector productivo [de manera tal que requiere de] la creación de talento [4.0, que] se considera tan importante para el cumplimiento de los planes estratégicos [...]". Estos autores destacan que el enfoque de competencias es la perspectiva de aprendizaje que mejor se adapta a la visión corporativa con respecto a la formación del talento.

Por otro lado, en el campo educativo, la educación 4.0 se vincula a un mayor número de opciones teóricas y metodológicas, entre [...] estas teorías se destacan el constructivismo y el conectivismo. Sin embargo más que preocuparse por un fundamento teórico, adopta métodos innovadores para la enseñanza y el aprendizaje [de acuerdo] con el contexto tecnológico actual (Flores, Guzmán, Martínez, Ibarra y Alvear, 2020). Estos autores abordan sus perspectivas y

estrategias didácticas y a continuación se describen.

Perspectivas de aprendizaje:

- *Adaptativo*. Consiste en diseñar ecosistemas de aprendizaje, presenciales o virtuales de acuerdo a las características y necesidades de educadores y estudiantes.
- *Autoregulado*. Asume que el estudiante es capaz de controlar su comportamiento y, en consecuencia, ser proactivo en situaciones complejas.
- *Experimental*. Crea situaciones educativas donde el estudiante explora sus destrezas para manipular la realidad.
- *Activo*. Convierte a estudiante en un agente de cambio, en lugar de ser un contenedor de información.
- *Interactivo*. Fomenta la relación entre el estudiante con otros agentes y su entorno.
- *Colaborativo*. Implica que los estudiantes logren fines comunes mediante la suma de esfuerzos y recursos.
- *Autodirigido*. El estudiante toma decisiones adecuadas en función del contenido que quiere aprender.
- *Rizomático*. Hace que el estudiante reconozca su potencial para desarrollar sus talentos con autonomía y promueve su resiliencia ante situaciones adversas.
- *Ubicuo*. Formula la tesis de que las situaciones educativas pueden ocurrir en todo momento y todos los lugares. Por lo tanto el estudiante puede continuar con su educación durante toda la vida.
- *Basado en problemas*. Involucra a los estudiantes en la resolución de problemas reales.
- *Basado en proyectos*. Involucra a los estudiantes en la realización de un plan de acción centrado en la atención de una necesidad particular o solucionar un problema específico.

Del mismo modo, Flores, Guzmán, Martínez, Ibarra y Alvear (2020), destacan las estrategias de aprendizaje derivadas del a Educación 4.0:

- *Edutainment o Gamificación*. [Aborda el aprendizaje a partir de] juegos electrónicos o [digitales] para que el proceso educativo sea entretenido.
- *Aula invertida*. [Es la producción de] contenido visual, auditivo y audiovisual para reforzar el conocimiento desarrollado en las sesiones presenciales [en caso de tener].
- *Makerspaces*. [En esta estrategia] se crean ambientes de trabajo para la ideación y

materialización de proyectos y productos específicos.

- *Narrativa trasmedia*. Se trata [de la producción de contenido temático] o de un relato contado a través de multimedia que involucra a los estudiantes.
- *Mobile learning*. Se diseñan contenidos para que puedan ser alojados y gestionados en dispositivos móviles.
- *Educación inmersiva*. Se diseñan ecosistemas de aprendizaje a partir de tecnologías inmersivas (háptica, realidad aumentada, realidad disminuida, realidad virtual, y el uso de hologramas y códigos) para que el estudiante manipule objetos o actúe en situaciones sin poner en riesgo la integridad de si mismo o la de los demás.

De acuerdo con estas perspectivas y estrategias de aprendizaje descritas brevemente, se establece que la educación 4.0, representa un reto tanto tecnológico como social.

En este sentido Flores, Guzmán, Martínez, Ibarra y Alvear (2020), [...] proponen a la Educación 4.0 como una tendencia educativa en donde convergen estrategias didácticas innovadoras y perspectivas de aprendizaje [que permitan desarrollar] el talento, la toma de decisiones creativas, [mediante el manejo del enfoque] por competencias a partir del constructivismo [como marco teórico y, contextualizado al momento que vivimos], con el objetivo de obtener el éxito en estructuras sociales [y] laborales digitalizadas.

Por lo tanto, los estudiantes deben alinearse a los avances tecnológicos para obtener el perfil que la industria demanda y por consiguiente permitan el desarrollo económico, social y educativo.

3.5.1 Mobile Learning

El aprendizaje electrónico móvil o mobile learning por sus siglas en inglés, permite la interacción mediante cualquier dispositivo móvil como; teléfonos inteligentes, agendas electrónicas, tabletas, PC, reproductores mp3, iPad, etc. es decir cualquier dispositivo que tenga conectividad inalámbrica. En este sentido Iberdrola (2021), señala que esta estrategia se utiliza como una herramienta para [el proceso de enseñanza y aprendizaje] y la adapta a su metodología. También menciona que entre sus principales características son la multifuncionalidad, la conectividad, la personalización, la diversidad, la flexibilidad y la accesibilidad (24x7x365), además de que los estudiantes tienen una relación intrínseca con cualquier dispositivo.

Igualmente, Mora (2013), enfatiza que el m-learning en el contexto de la educación [brinda la oportunidad de diversificar las opciones de los estudiantes] ya que tiene contacto con la institución,

los contenidos y los cursos que se apoyan en la tecnología. Del mismo modo, Sharples, Arnedillo-Sánchez, Milrad & Vavoula (2009), destacan que [...] la tecnología móvil puede ofrecer nuevas oportunidades de aprendizaje que se extiende dentro y más allá del aula tradicional.

El m-learning es una realidad y nadie puede ser ajeno al uso de esta tecnología dentro del sector de la educación. De acuerdo con la GSMA (asociación global del ecosistema móvil, 2021) citado en Iberdrola (2021), revela que existen más de 5000 millones de usuarios de los más de los 7800 millones habitantes en el mundo.

En consecuencia, el sector educativo ha aprovechado esta herramienta como un medio dentro del proceso para contextualizarlo.

Del mismo modo, Iberdrola (2021), declara al respecto del m-learning que la posición de la UNESCO (2021), es clara: “Si al uso del móvil en el aula [mediante] un uso apropiado”, se trata de aprovechar las posibilidades que ofrece, de acuerdo a un programa de trabajo definido por el docente. En este sentido la UNESCO también establece algunas directrices para las políticas de aprendizaje móvil y su adecuación al espacio escolar y a continuación se menciona:

- Crear políticas relacionadas con el aprendizaje móvil o actualizar las ya existentes.
- Capacitar a los docentes para que impulsen el aprendizaje mediante tecnologías móviles.
- Crear contenidos pedagógicos, para utilizarlos en dispositivos y optimizar los existentes.
- Velar por la igualdad de género de los estudiantes.
- Ampliar y mejorar las opciones de conectividad garantizando la equidad.
- Elaborar estrategias para proporcionar acceso en condiciones de igualdad para todos.
- Promover el uso seguro, responsable y saludable de las tecnologías móviles.
- Utilizar la tecnología móvil para mejorar la gestión de la comunicación y la educación.
- Aumentar la conciencia sobre el aprendizaje móvil mediante actividades de promoción.

Asimismo, para introducir el m-learning [en el sistema educativo] es conveniente apoyarse en el uso de aplicaciones adecuadas, de acuerdo a la actividad y control de estas, así como de los recursos y administración de los grupos.

Por añadidura, la UNESCO (2021), menciona que el m-learning es una tendencia educativa que se adapta a los nuevos tiempos, y ofrece algunas ventajas de las cuales se muestran las principales:

- Aumenta el alcance de la educación y mejora la igualdad de oportunidades.
- Facilita el aprendizaje personalizado en cualquier lugar y momento.

- Permite la respuesta y evaluación inmediata por parte de los docentes.
- Fomenta la creación de nuevas comunidades de estudiantes y del aprendizaje colaborativo.
- Favorece el aprendizaje continuo, tan necesario en un mundo cambiante.
- Apoya a los estudiantes con discapacidad gracias a su accesibilidad.
- Maximiza la eficiencia de la educación en relación a los costos.

De manera que, existe la necesidad de hacer más flexible el proceso de enseñanza y aprendizaje y hacerlo mediante el uso correcto de las tecnologías en donde se establezcan las pautas de manera clara, y acortar la brecha de conocimiento digital en donde se adecuen la infraestructura en las aulas para hacer frente a las posibles desventajas del mobile learning.

3.5.2 Flipped Learning o Aprendizaje Invertido

The Flipped Learning o aprendizaje invertido como metodología didáctica, es un término acuñado por Lage, Platt y Treglia (2000) Citado en (González y Yáñez, 2016; Martínez, Esquivel y Martínez, 2015) más tarde es retomado por Bergmann y Sams (2007), se ha consolidado como una de las principales tendencias educativas. Tiene su fundamento teórico en el enfoque positivista y se cimenta en el constructivismo, que señala que las herramientas más importantes para lograr un aprendizaje significativo son nuestros sentidos [...] (Carretero, 1993) citado en (Cabrera, Rojas, Montenegro y Lopez, 2021). También se apoya por el conectivismo definida como una teoría de aprendizaje para la era digital donde el elemento esencial es el uso de la tecnología que es una parte fundamental para la creación de redes y ecosistemas de aprendizaje.

En esta metodología se invierten los momentos y roles de la enseñanza tradicional, donde la cátedra habitualmente se imparte por el docente, y en el modelo invertido, el estudiante mediante los recursos proporcionados por el docente previos a la clase y en un ambiente que no solo es el aula le permite que tengan un acercamiento a la temática que será abordada, en este sentido el profesor actúa como un guía en el proceso, y por lo tanto, el estudiante adquiere un rol protagónico.

Está es una nueva forma de la transferencia del conocimiento [...] donde el [estudiante] tiene la oportunidad de revisar los recursos en casa, y por tanto, en las horas de clase se pueden discutir los temas estudiados, responder y explicar los conceptos y dudas generadas para llevar a cabo las actividades (Herman y Janssen, 2020).

Del mismo modo, Li y Daher (2016), citado en González y Huerta (2019), señalan que esta forma de aprendizaje proporciona una excelente plataforma para organizar actividades innovadoras en aula, en las que desarrollan las habilidades cognitivas del orden superior y el

aprendizaje interdisciplinario en las áreas de las ingenierías [y la arquitectura], donde se requieren estas habilidades para la solución de problemáticas.

Análogamente Flipped Learning Network (2014), lo define como un enfoque pedagógico en el que la instrucción directa se mueve del espacio de aprendizaje grupal [...] al individual, [y derivado de este cambio] se transforma en un espacio de aprendizaje dinámico, el docente solo guía a los estudiantes para la aplicación de los conceptos y su participación creativa en el tema [lo que permite] que los estudiantes interactúen de manera activa para favorecer su desarrollo.

Una de las características principales de esta metodología son los 4 pilares que fortalecen la propuesta. A continuación se retoman algunas de las ideas principales que son planteadas por Flipped Learning Network (2014);

Pilares	Descripción
F Entorno flexible	Este se refiere a la adaptación del espacio, donde el estudiante elige para aprender el contenido previo a la clase de manera asincrónica y aprovecha el tiempo sincrónico para la práctica. El tiempo es aprovechado para revisar la información las veces que requiera.
L Cultura de aprendizaje	El proceso se centra en el estudiante y durante la clase se tiene la oportunidad de explorar los temas con mayor profundidad dado que llegarán con conocimientos previos del tema, derivado de esta relación se da una participación activa.
I Contenido intencional	Se rescata el aprender haciendo producto de la elección del contenido intencional lo que permite maximizar el tiempo. También se genera el desarrollo de competencias, por lo que primero deben comprender el contenido, ponerlo en práctica mediante trabajo colaborativo y actitud.
P Educador Profesional	El rol del docente es importante y más exigente, la actitud y aptitud, debe comprometerse a la puesta en práctica de las nuevas estrategias, y el estudiante se tiene que acoplar a la metodología, es importante que el contenido previo tenga que ver con lo que se aborda en la sesión.

Tabla 15 Pilares del aula invertida. Fuente: Tomado de Network (2014). Elaboración Propia.

Por otra parte, Moreno (2014), citado en Repreza (2018), menciona que el [aprendizaje] invertido abarca todas las fases del ciclo de aprendizaje (entendido como la dimensión cognitiva

de la taxonomía de Bloom), a continuación se describen estas fases:

- Conocimiento: Ser capaces de recordar información previamente aprendida.
- Comprensión: “Hacer nuestro” aquello que hemos aprendido y ser capaces de presentar la información de otra manera.
- Aplicación: Aplicar las destrezas adquiridas a nuevas situaciones que se presenten.
- Análisis: Descomponer el todo en sus partes [y tener la capacidad de] solucionar problemas a partir del conocimiento adquirido.
- Síntesis: ser capaces de crear, integrar, combinar ideas, planear y proponer nuevas maneras de hacer.
- Evaluación: emitir juicios respecto al valor de un producto según opiniones personales a partir de objetivos dados.

Igualmente, Bergan y Sams (2012), citado en Merla y Yáñez (2016), ratifican que en el AI el docente es un coach del aprendizaje, más que presentador de la información, proporciona retroalimentación, guía el aprendizaje del alumno y observa la interacción de los estudiantes. en este mismo sentido el docente es el responsable de adaptar y proveer la didáctica y los materiales utilizados de acuerdo a las necesidades de los estudiantes, así como el aprendizaje colaborativo.

Merla y Yáñez (2016), comparten la siguiente tabla de comparación entre el modelo tradicional y el aprendizaje invertido:

Aula tradicional	Aprendizaje invertido
<p>Docente:</p> <p>Presenta contenidos a través de clase magistral y asigna actividades o tareas para ser realizadas en casa.</p>	<p>Docente:</p> <p>Guía a los estudiantes, dispone del tiempo de la clase presencial para interactuar con ellos, para atender sus necesidades [...] de aprendizaje.</p> <p>Propicia el aprendizaje colaborativo.</p>
<p>Estudiante:</p> <p>Reciben los contenidos en clase y concretan actividades o tareas en casa.</p>	<p>Estudiante:</p> <p>Son los responsables de su propio aprendizaje, estudian a su propio ritmo y estilo de aprendizaje los contenidos que encontraran en línea a través de diferentes medios y formatos para su distribución.</p> <p>Las tareas actividades o proyectos son ejecutadas durante la</p>

	<p>clase.</p> <p>Tiene a su disposición los recursos y lo pueden revisar las veces que lo requieran</p>
--	---

Tabla 16 Comparativa entre el Aula tradicional vs. Aprendizaje invertido. Fuente: Tomado de Merla y Yáñez, (2016).

De acuerdo con TE (2014), menciona que existen algunas diferencias entre el aula invertida y el aprendizaje invertido, en este sentido cabe aclarar que estos son conceptos diferentes y el impacto en el aprendizaje puede variar en gran medida.

A continuación, se muestra una descripción de ambos conceptos, proporcionada por Artstrom (2014) citado por el (TM, 2014).

Aula Invertida	Aprendizaje invertido
<p>Consiste en asignar a los estudiantes textos, videos o contenidos adicionales para revisar fuera de clase. En este caso el tiempo en el aula no implica necesariamente un cambio en la dinámica de la clase, por tanto puede o no llevar un Aprendizaje invertido.</p>	<p>[...] Transforma la dinámica de la instrucción. Se desarrolla un ambiente interactivo donde el profesor guía a los estudiantes mientras aplican los conceptos y se involucran en su aprendizaje de manera activa[...]. Implica un cambio hacia una cultura de aprendizaje centrada en el estudiante.</p>

Tabla 17 Comparativa entre Aula invertida y Aprendizaje invertido. Fuente: TM, (2014).

3.5.3 Narrativa Transmedia

Transmedia refiere al concepto de narrativa por distintas razones, [en este sentido] alude a una especial forma de narrativa que expande en diversos sistemas de significación verbal, iconica, audiovisual o interactiva por diversos medios [...] (Amador, 2013; Kinder, 1991; Scolari 2013) citado en (Amador, 2018). Este concepto fue introducido por Henry Jenkins (2003), citado en (Scolari, 2017) en la revista del Mit de Boston. Del mismo modo Scolari (2013 y 2017), menciona que tiene dos rasgos que la caracterizan: expansión narrativa y cultura participativa.

Por esta razón, depende del ambiente, se puede presentar como relato con tramas personajes y desenlaces distintos, pero con objetivos particulares.

Con base en Ambrosino (2017), refiere que la enseñanza [específicamente] en el nivel superior se encuentra altamente dinamizada por los efectos, tanto materiales como simbólicos, [esto derivado de la inclusión] de las TIC's la nueva ecología cultural y comunicacional, en las que interactúan los actores universitarios. En este sentido como parte de la integración de estas

tecnologías, la Narrativa Transmedia se adapta como una estrategia que permite al estudiante desarrollar sus actividades con base en los recursos que ofrece.

Se debe considerar que el desarrollo de contenido por el docente, mediante un relato multimedia acerca a los estudiantes al contenido para la comprensión del tema. En palabras de Ambrosino (2017), el hacer narrativo, como práctica de interpretación y producción de sentido transmediática, debe de ocupar un lugar destacado en los procesos de configuración didáctica.

Por otro lado, desde la perspectiva de la ecología de los medios (Scolari, 2015) citado en (Scolari, 2017), la emergencia de la World Wide constituyó un verdadero terremoto. [ya que no se considera] un medio más. En este sentido Scolari (2017), señala que “es un gran nicho dentro del ecosistema de medios, [desde su nacimiento no para de] generar nuevas formas disruptivas de comunicación”.ecología

Por lo tanto, el uso de esta estrategia también se puede manejar mediante pautas a seguir con el objetivo que el estudiante comprenda el contenido temático dentro del desarrollo de las distintas temáticas en la asignatura en cuestión, por lo que es de gran ayuda que esta narrativa se enfoque en los procesos gráficos descriptivos y audiovisuales dentro del proceso.

3.5.4 Makerspaces

El taller de creación o makerspaces, son espacios de aprendizaje en donde se crean ambientes de trabajo diseñados para la ideación y materialización de proyectos y productos específicos (Flores, Guzmán, Martínez, Ibarra y Alvear, 2020). También se les conoce como hackerspaces, tech shops y fab labs, estos espacios están ganando [un lugar] en el mundo educativo debido a que favorecen el aprendizaje, la creación [...] facilitados por la tecnología (Miranda et al, 2017) citado en (Portuguez y Gómez, 2019).

El proceso creativo se apoya en las facilidades que ofrecen los Markerspaces como espacios de educación no formal, donde los participantes obtienen conocimientos en el desarrollo de prototipos y proyectos multidisciplinarios (Shively, 2017) citado en (Portuguez y Gómez, 2019) mediante la interacción, la creación y experimentación con otros participantes.

La esencia de este taller es aprender a través de la experiencia, donde se rescata el concepto de aprender haciendo, tiene como elemento central “hazlo tu mismo”. El nacimiento de este concepto lo podemos situar en el año 2005, de la mano de Dale Dougherty que coincidió con el lanzamiento de la revista Make Magazine, donde se publicaron proyectos con ordenadores, electrónica, robótica y carpintería entre otros, Boumadan (2017).

Aunque algunos de estos espacios se ven favorecidos por el uso de herramientas digitales de bajo costo como son: Impresoras 3D, escáneres 3D, routers, cortadoras y herramientas de programación (Boumadan, 2017; Portuguez y Gómez, 2019). En los entornos educativos de nivel superior en etapa básica se adecúan a las herramientas y conocimientos que el estudiante tiene a partir del inicio de su formación y por consiguiente se convierte en una fuente fundamental de conocimiento para los estudiantes lo que favorece su proceso de aprendizaje.

Un Makerspace es la traducción espacial de filosofía en movimiento. De aquí que se destaca el Manifiesto de Maker de Hatch (2013, citado en (Boumadan, 2017). Que resume las características fundamentales de este concepto.

- *Haz*: los seres humanos debemos hacer, crear y expresarnos para sentirnos plenos. Hay algo mágico en hacer cosas tangibles, estas cosas son como pequeños pedazos que nos componen a nosotros mismos.
- *Comparte*: se trata de compartir con los demás lo que has hecho y lo que sabes sobre procesos de fabricación, es el método por el cual un maker logra la sensación de autorrealización plena. No completas el proceso si haces, pero no compartes.
- *Regala*: no hay cosa más desinteresada y satisfactoria que regalar algo que hayas construido tú mismo. Construir algo, deja en ese algo tu esencia, regalarlo, es como darle a alguien una pequeña parte de tu propio ser.
- *Aprende*: para hacer, debes aprender. Debes empujarte a aprender nuevas técnicas, materiales y procesos. Debes ser un maestro constructor que sigue aprendiendo a lo largo de toda su vida. Desearás aprender nuevas técnicas, materiales y procesos que te permitan construir un camino de aprendizaje maker gratificante y, sobre todo, compartirlo.
- *Equípate*: es imprescindible tener acceso a herramientas adecuadas para resolver tus proyectos maker. Invierte esfuerzo para conseguir las herramientas que necesitas, nunca antes habían sido más baratas, más fáciles de usar, o más potentes que ahora.
- *Juega*: no dejes de imprimir un enfoque lúdico a todas las cosas que construyas, y no dejarás de estar constantemente sorprendido, emocionado y orgulloso de lo que descubras.
- *Participa*: organiza fiestas, eventos, días, ferias, exposiciones, para mantenerte en contacto con los otros makers de tu comunidad.

- *Apoya*: el Movimiento Maker requiere apoyo emocional, intelectual, financiero, político e institucional. El ser humano es la mejor esperanza para mejorar el mundo que le rodea, y es nuestra responsabilidad construir un futuro mejor.
- *Cambia*: abraza el cambio que se irá produciendo de forma natural conforme vayas avanzando a través de tu aventura maker. Hacer es fundamental para lo que significa ser humano, te conviertes en una versión más completa de ti mientras estás implicado en los procesos del hacer y el construir.

Por lo tanto, esta estrategia permite la interacción entre grupos de estudiantes de todos los niveles dentro de un entorno en común, donde se rescata la teoría sociocultural y la creación de zonas de desarrollo próximo planteadas por Vigotsky, pero también genera un aprendizaje significativo planteado por Ausubel, a partir de las experiencias de cada participante.

3.5.5 Gamificación o Edutainment

La gamificación es la aplicación de principios y elementos propios del juego en un ambiente de aprendizaje con el propósito de influir en el comportamiento, incrementar la motivación y favorecer la participación de los estudiantes (TM, 2016). En el Foro Global de Educación y Habilidades 2014, Jordan Shapiro, citado en Teng y Baker (2014), señala que los juegos ya no son solo entretenimiento y distracción, se requiere abordarlos como un tipo particular de persuasión, de retórica. Una forma particular de mirar el mundo, una forma diferente de pensar. En este sentido se ha convertido en una estrategia importante para el desarrollo cognitivo de los estudiantes de cualquier nivel académico, debido a que los mantiene activos durante la actividad.

Asimismo, Teng y Baker (2014) mencionan que los juegos se han visto tradicionalmente como una forma de entretenimiento, sin embargo [hoy en día, estos] se han transformado en tendencia [progresiva] en ambientes formales como la educación y la industria. De modo similar señalan que los [participantes] tienen una motivación intrínseca en los juegos, desde terminar una historia, obtener puntajes más altos para vencer a sus compañeros, y de esta manera están dispuestos a pensar lateralmente sobre cómo resolver problemas. Asimismo, se debe pensar de tal manera que los estudiantes comprendan las temáticas para lograr los objetivos planteados desde una perspectiva de aprendizaje a partir de estrategias que los involucren en la actividad.

Del mismo modo, Gallego, Molina y Llorens (2014), sostienen que los participantes son [los protagonistas] del juego, donde deben sentirse involucrados, tomar sus propias decisiones, sentir

que progresan, asumir nuevos retos, ser reconocidos por sus logros, recibir retroalimentación inmediata, y en definitiva divertirse mientras [adquieren conocimientos a partir de la interacción] en un entorno social, para conseguir objetivos en el proceso gamificado.

De acuerdo TM (2016), la gamificación funciona como una estrategia didáctica motivacional en el proceso de enseñanza y aprendizaje que estimula conductas específicas en el estudiante en un ambiente que le sea atractivo, donde genera un compromiso para el logro de experiencias positivas y alcanzar un aprendizaje significativo.

Un aspecto importante dentro del juego es el reto, cuando los participantes no pueden vencerlo, no afecta el autoestima, al contrario los motiva para que intenten hasta lograrlo, mediante estrategias propician esa búsqueda y exploración que permita ser creativos en sus soluciones. Durante el proceso van aprendiendo del error y al mismo tiempo generan conocimiento que les favorece, y también cambian sus actitudes hacia la temática que está implícita en el juego.

Algunos autores se han inmerso en e mundo del juego y video juego y rescatan elementos que favorecen al ambiente de aprendizaje para establecer una base estratégica en la gamificación.

A continuación TM (2016), describe algunos de estos componentes que pueden considerarse en el diseño de la estrategia, donde no es necesario considerar todos, pero si tomar aquellos que de acuerdo a los objetivos son importantes para lograr la experiencia de aprendizaje que se busca.

Elementos a considerar para la gamificación.	
Metas y objetivos	Generan motivación al presentar al [participante] un reto o una situación problemática por resolver. También ayuda a comprender el propósito de la actividad y a dirigir los esfuerzos de los participantes. <i>Elementos del juego: Retos, misiones, desafíos épicos.</i>
Reglas	Están diseñadas para limitar las acciones de los participantes y mantener el juego manejable, de manera sencilla, clara y en ocasiones intuitivas. <i>Elementos del juego: Restricción de juego, asignación de turno, ganar o perder puntos, número de vidas, completar misiones o lograr un objetivo.</i>
Narrativa	Sitúa a los participantes en un contexto realista en el que las acciones y tareas pueden ser practicadas, los inspira al identificarlos con un personaje. <i>Elementos del juego: Identidades, personajes o avatares; escenarios narrativos o ambientes tridimensionales e incluso mundos.</i>

Libertad de elegir	<p>Dispone al jugador a diferentes posibilidades para explorar y avanzar en el juego, así como diferentes maneras de lograr los objetivos.</p> <p><i>Elementos del juego: Diferentes rutas o casillas para llegar a la meta, opciones de usar poderes o recursos.</i></p>
Libertad para equivocarse	<p>Anima a los jugadores a experimentar riesgos sin causar miedo o daño irreversible. Propicia la confianza y participación del estudiante.</p> <p><i>Elementos del juego: Vidas múltiples, puntos de restauración o reinicio, número ilimitado de posibilidades.</i></p>
Recompensas	<p>Son bienes recibidos en el juego para acercarse al objetivo, permiten acceder a una nueva área adquirir nuevas habilidades y obtener nuevos recursos. Motivan la competencia y el sentimiento de logro.</p> <p><i>Elementos del juego: Monedas o recursos virtuales, vidas, poder ilimitado.</i></p>
Retroalimentación	<p>Dirige el avance a partir de su comportamiento. Puede ser inmediata e indica si está actuando de forma correcta o al final para mostrar el análisis de desempeño del participante.</p> <p><i>Elementos del juego: Pistas visuales, señalizaciones de respuesta, advertencia de riesgos, estadísticas del desempeño del participante.</i></p>
Estatus visible	<p>Permite que todos los participantes tengan presente su avance y el de los demás. Esto genera competencia, credibilidad y reconocimiento.</p> <p><i>Elementos del juego: Insignias, puntos, logros, resultados obtenidos, tablero de posiciones.</i></p>
Cooperación y Competencia	<p>Anima a los participantes a aliarse para lograr un objetivo común, y a enfrentarse a otros para lograr el objetivo. Esto genera motivación pues los desafía a hacerlo mejor que sus oponentes.</p> <p><i>Elementos del juego: Equipos, gremios, áreas de interacción social, canales de comunicación, batallas, combates y tablero de posiciones.</i></p>
Restricción de tiempo	<p>Introduce una presión extra que puede ayudar a concretar los esfuerzos para resolver una tarea en un periodo determinado.</p> <p><i>Elementos del juego: cuenta regresiva, obtener un beneficio solo en un tiempo determinado o realizar el mejor tiempo posible.</i></p>
Progreso	<p>Se basa en la pedagogía del andamiaje, es decir, guía y apoya a los</p>

	<p>participantes al organizar niveles o categorías. Permite que el estudiante, conforme avanza desarrolle habilidades complejas o difíciles.</p> <p><i>Elementos del juego: Tutoriales para el desarrollo de habilidades, puntos de experiencia, niveles, barras de progreso, y acceso a otros contenidos.</i></p>
Sorpresa	<p>Incluir elementos inesperados en el juego puede ayudar a motivar y mantener a los participantes involucrados en el juego.</p> <p><i>Elementos del juego: Recompensas aleatorias, características ocultas, eventos especiales.</i></p>

Tabla 18 Elementos de la gamificación. Fuente: Tomado de Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey, (2016).

Igualmente, Kapp (2013), expresa, la gamificación es un enfoque emergente que facilita el aprendizaje y fomenta la motivación mediante elementos de juego, mecánicas y pensamiento basado en juegos. El objetivo es integrar elementos como: ganar puntos, superar un desafío, recibir insignias por tareas realizadas. La idea es integrar los elementos basados en juegos [...] centrados en el entretenimiento o juegos móviles en entornos de instrucción. Por otra parte si bien esto no depende [del todo] de la tecnología la aparición de los dispositivos móviles permite el desarrollo e implementación de la gamificación sea más difundido.

Finalmente, la gamificación tiene diferentes propósitos, contribuye a la obtención de habilidades, provoca la integración de los estudiantes, donde ellos son los protagonistas de su propio aprendizaje, el juego les facilita una forma de aprender más flexible y motivadora que cualquier otra estrategia. Además, requiere que estas estrategias se experimenten en las aulas ya sean virtuales o presenciales para provocar la interacción de los participantes y favorecer el aprendizaje, además de eliminar los problemas en la adquisición del conocimiento.

IV. Estrategias didácticas de la propuesta: Edge 4.0

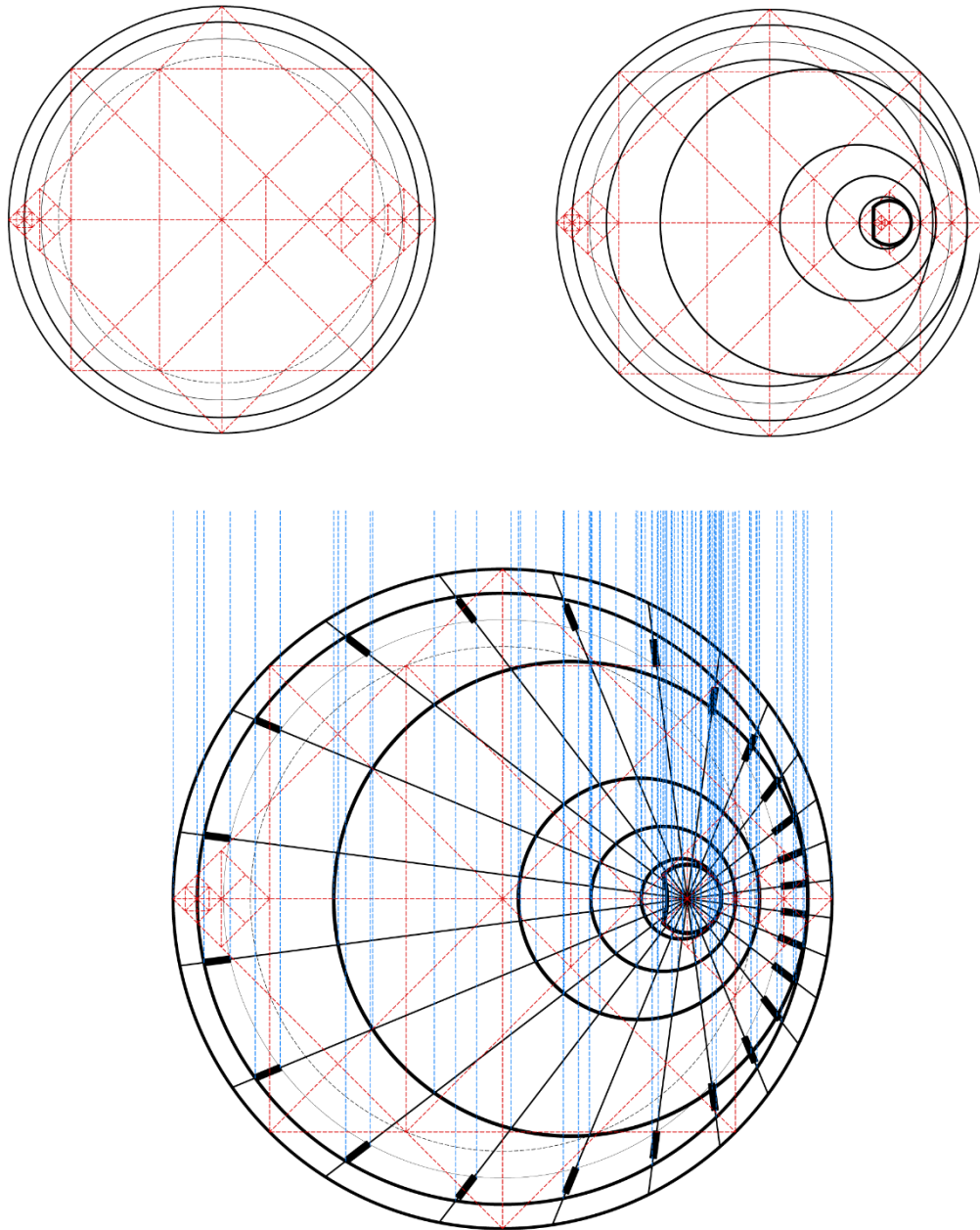


Figura 8 Taller de Geometría II. Actividad: Interpretación de la configuración geométrica de la Basílica de Guadalupe. Tomado de Lomeli (2017).

IV. Estrategias didácticas de la propuesta: Edge 4.0

En el presente apartado, se muestra una propuesta nombrada Edge 4.0, para favorecer el aprendizaje de la geometría en arquitectura con el propósito de poner a prueba mediante la estructura que a continuación se describe.

4.1 Edge 4.0: La propuesta

Estrategias didácticas enmarcadas en la Educación 4.0 para el aprendizaje de la geometría en arquitectura EDGE 4.0. Esta propuesta didáctica retoma algunas estrategias tecnológicas tales como: el aula invertida, el mobile learning, la narrativa media, la gamificación, el markerspaces y el uso de códigos de la educación inmersiva, derivadas de la Educación 4.0 dentro de un entorno virtual de aprendizaje, este se constituye como un facilitador para implementarse en el proceso de enseñanza aprendizaje. Se utiliza una metodología cuasi experimental, mediante un diseño longitudinal, es decir durante todo el proceso que permanece el tratamiento, de esta manera los estudiantes, instrumentos, procedimientos y estrategias, permitieron obtener, ordenar y analizar la información para cumplir con el objetivo. Se consideran dos grupos para la investigación, el grupo experimental quien recibe el tratamiento y el de control que funciona como punto de referencia para contrastar resultados respecto al grupo experimental de acuerdo con los instrumentos de medición diseñados.

Por lo tanto, con la aplicación de estas estrategias se espera favorecer los conocimientos, habilidades y actitudes en los estudiantes para la adquisición de las competencias tales como: la innovación, la creatividad, el fortalecimiento de redes de trabajo y de colaboración, lo que permite fortalecer este conocimiento situados en la etapa básica tomando como marco referencial el plan de estudios 2017, en la Facultad de Arquitectura, UNAM.

El marco teórico utilizado, es, el constructivismo, teoría de enseñanza aprendizaje preocupada por discernir los problemas de adquisición del conocimiento, “los portadores de esta corriente tienen la convicción que los seres humanos son producto de su capacidad para construir conocimientos y para reflexionar sobre los mismos” (Díaz Barriga y Hernández 2010). Este enfoque plantea que el individuo es una construcción propia que se genera a partir de la interacción de sus disposiciones internas y su entorno inmediato. De acuerdo con Carretero (1994), se deriva de la representación inicial de información y de la actividad, externa o interna, que desarrollamos.

Se consideran tres autores principales: *Piaget* y la teoría psicogenética, particularmente en la

concepción de los procesos de cambio, como las formulaciones estructurales clásicas del desarrollo operativo, la teoría del origen sociocultural de los procesos psicológicos superiores de *Vygotski*, en lo que se refiere a la manera de entender las relaciones entre aprendizaje, el desarrollo y la importancia de los procesos de interacción personal, y la teoría cognitiva de *Ausubel*, quien postula que el aprendizaje implica una reestructuración activa de ideas y conceptos que todo estudiante posee en su estructura cognitiva. También se toma en cuenta el conectivismo: teoría de aprendizaje para la era digital, donde el elemento esencial es el uso de la tecnología.

Se retoma la Teoría de Van Hiele para el aprendizaje de la geometría, de donde se rescata la existencia de los diferentes niveles de razonamiento para mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura, estos niveles son 5 con las siguientes características:

Nivel 1: de reconocimiento, fundamental para recordar las figuras geométricas por forma y aspecto físico, Nivel 2: de análisis, para reconocimiento de propiedades matemáticas y su categorización de las diferentes formas, Nivel 3: de clasificación, en donde se tiene la capacidad de relacionar propiedades de las formas y que se pueden relacionar con otras para deducción de algunas propiedades, Nivel 4: de deducción formal, se comprenden y se realizan razonamientos de manera sistémica formal y demostraciones para verificar resultados, Nivel 5 De rigor y aplicación. Esta teoría se lleva a cabo con estrategias de acuerdo con Van Hiele en 5 fases: de información, de orientación dirigida, de explicitación, de orientación libre y de integración.

Se consideran los estilos de aprendizaje de los estudiantes bajo la propuesta de Neil Fleming y Collen Mills, quienes clasifican en 4 estilos, Visual, Auditivo, Lecto-Redactor y kinestésico, esto nos ayudará a conocer de qué manera aprenden mejor los estudiantes, entendido como la forma de recepción de la información y su procesamiento, para posteriormente utilizarla en pro de su aprendizaje, lo que sin duda será muy importante para brindarles los recursos y buscar las estrategias que se requieren para el desarrollo de los temas que se plantean de acuerdo al Programa Académico de Trabajo diseñado para reforzar la asignatura. Una vez clasificados los estilos de aprendizaje de manera individual, se formarán equipos de trabajo colaborativo rescatando la teoría de origen sociocultural ya mencionada, y mediante patrones de interacción se formaron de manera heterogénea para que lograrán potenciar los demás estilos de aprendizaje interactuando entre ellos, con lo que se garantiza que se puedan cumplir con los objetivos planteados.

Por consiguiente, esta propuesta permitió al estudiante involucrarse permanentemente en las actividades que formaron parte del proceso del curso que los llevó a la conclusión y comprensión

de los temas de la asignatura, consiguiendo los resultados esperados con el objetivo de llevar a cabo la aplicación de los conocimientos adquiridos para favorecer la habilidad y capacidad de resolver un proyecto que se planteó desde inicio del curso, lo relacionado con las actitudes, no fue solo en cuanto al uso de estrategias tecnológicas sino que en la asignatura hubo un cambio notable.

De acuerdo con las limitantes observadas, se puede plantear lo siguiente:

- Las estrategias tecnológicas propuestas, favorecen los conocimientos, habilidades, y actitudes, lo que permite al estudiante la posibilidad de crecimiento dentro en el proceso de enseñanza y aprendizaje de manera flexible y recreativa.
- Los contenidos temáticos se llevan a cabo de manera fluida con las estrategias planteadas, permitiendo al estudiante identificar y comprender los conceptos para su aplicación, con la optimización de tiempos y la revisión de los recursos de manera inmediata.
- Con la incorporación de estas estrategias tecnológicas se conseguirá profundizar los conocimientos como parte de la aplicación, les facilita describir las propiedades de los componentes en una volumetría, con el propósito de materializarla.
- Se brinda al estudiante la oportunidad de potenciar este conocimiento con la construcción de una plataforma, entendido como un entorno virtual de aprendizaje, que permita revisar los contenidos y desarrollo de los trabajos de sus compañeros, en este se crea un ecosistema de aprendizaje para reforzar los temas, lo que permite llegar a los objetivos que se plantean.
- Se genera una instrumentación para llevar a cabo una planeación didáctica, mediante los programas académicos de trabajo, PAT, para acompañar la enseñanza de la geometría y mejorar sustancialmente los procesos.

Por lo tanto es importante considerar que en el proceso de enseñanza y aprendizaje se vea beneficiada por esta dualidad, como apoyo para la formación de los estudiantes con base en el uso de las estrategias tecnológicas ya mencionadas y aplicadas en este modelo propuesto, y de esta manera fortalecer las capacidades y habilidades tales como la imaginación, la creatividad, el sentido común, mediante la exploración con modelos virtuales y materiales, que estimulen su creación para un mejor entendimiento del objeto arquitectónico, por lo que esta propuesta ha sido importante para favorecer los conocimientos, las habilidades, y las actitudes de los estudiantes para la aplicación de la geometría en arquitectura. De acuerdo con Alsina, (2016) el uso de la matemática, en particular la geometría tiene grandes aportaciones hacia la creatividad de los estudiantes de arquitectura, sin ser solo la transmisión de técnicas y resultados instrumentales.

4.2 Estructura principal del modelo EDGE 4.0

Concepto	Descripción
Marco Teórico	El constructivismo del cual se rescata <i>la teoría sociocultural</i> que plantea Vigotsky, donde se promueven estrategias con desafíos que permiten esta interacción social lo que potencia el aprendizaje, se crean zonas de desarrollo próximo que permita tener un sistema de apoyo (un andamiaje), dando la importancia al estudiante en lo referente a su diversidad cultural para que se promueva el desarrollo individual, colectivo y se genere un aprendizaje significativo.
	<i>La teoría cognitiva</i> del aprendizaje de Ausubel para promover la enseñanza, como elemento importante a considerar son los conocimientos previos que el estudiante ya posee en su estructura cognitiva, permite darles un significado a los nuevos conocimientos.
	<i>La teoría psicogenética</i> de Piaget, se retoma que el rol del estudiante como constructor activo para la adquisición de conocimientos a partir de etapas que son cualitativamente y cuantitativamente diferentes, permite una auto estructuración y una competencia cognitiva que está condicionada por el nivel intelectual de cada estudiante.
	<i>Conectivismo</i> : teoría de aprendizaje para la era digital, donde el elemento esencial es el uso de la tecnología, toma como base [fundamentos del constructivismo y el cognitivismo, con el propósito de] “explicar el efecto que la tecnología ha tenido sobre la manera en que actualmente vivimos, nos comunicamos y aprendemos” (Siemens, 2004).
Teoría de aprendizaje de la geometría	Se considera la <i>Teoría de Van Hiele</i> y sus niveles de razonamiento para la enseñanza de geometría, estos son: nivel 1 de reconocimiento, nivel 2 de análisis, nivel 3 de clasificación, nivel 4 de deducción formal, nivel 5 de rigor, así como las estrategias de acuerdo a sus 5 fases que plantea esta teoría, fase 1 de orientación dirigida, fase 2 de explicitación, fase 3 de orientación libre, fase 4 de orientación libre, fase 5 de integración, para llevarlos a la enseñanza en arquitectura.

Educación 4.0	<p>Marco referencial del cual se retoman algunas de las estrategias tecnológicas que se derivan de la Educación 4.0, con el objetivo de brindar al estudiante alternativas para constituirlo como un facilitador para el desarrollo de recursos y actividades dentro del proceso de enseñanza aprendizaje. Estas estrategias serán alojadas en un entorno virtual de aprendizaje.</p>
Estrategias tecnológicas de la Educación 4.0	<p>Aula invertida: permite invertir momentos y roles de la enseñanza tradicional, el docente requiere producir recursos gráficos, auditivos y audiovisuales para reforzar el conocimiento, de manera remota o presencial, sincrónica o asincrónica.</p>
	<p>Mobile Learning: aprueba el diseño de contenidos para ser alojados y gestionados mediante una metodología de enseñanza aprendizaje que permite la interacción con dispositivos móviles, existe una motivación intrínseca de los estudiantes con el uso de esta tecnología.</p>
	<p>Narrativa Media: practica de interpretación y producción de sentido transmediática, o relato multimedia que acerca a los estudiantes a los recursos temáticos para la comprensión del tema.</p>
	<p>Markerspaces: se rescata el concepto de taller como un espacio de aprendizaje donde se crean ambientes de trabajo colaborativo diseñados para la creación, ideación y materialización de proyectos y productos específicos, a partir del interés y las experiencias de cada participante</p>
	<p>Gamificación: se crean entornos de aprendizaje basado en juegos y se generan contenidos lúdicos que permiten al estudiante la interacción con el objetivo de hacer suyos y potenciar los conocimientos a partir de la motivación derivada de la competencia que se crea en estas actividades.</p>
	<p>Educación inmersiva: solo se retoma como recurso didáctico el uso de hologramas y códigos QR con contenido específico de la asignatura para atraer e incitar al estudiante a la exploración de la información relacionada con el contenido temático de la asignatura.</p>

Estilos de aprendizaje	Se consideran las <i>Preferencias de Modalidad Sensorial</i> con base en los instrumentos de diagnóstico diseñados por Neil Fleming y Collen Mills, el objetivo es evaluar y clasificar los estilos de aprendizaje de los estudiantes para la formación de equipos de trabajo colaborativo lo que permitirá potenciar estos estilos de aprendizaje para favorecer los conocimientos, habilidades y actitudes.
Entorno Virtual de Aprendizaje	Se construye este espacio para que los estudiantes pueden interactuar de manera sincrónica y asincrónica, obtendrán recursos necesarios para realizar actividades, se cubren los 4 estilos de aprendizaje de acuerdo a las estrategias tecnológicas con una estructura clara. Este entorno les permite contrastar resultados, desde reconocer aciertos y deficiencias o errores en sus actividades, se rescata el concepto de Ecosistema de Aprendizaje.
Metodología	<p><i>Cuasi experimental:</i> este se eligió con el objetivo de conocer en qué medida las estrategias tecnológicas favorecen los conocimientos, habilidades, y actitudes, como tratamiento aplicado al grupo piloto o experimental el cual ya se encontraba formado. Los estudiantes, instrumentos, procedimientos y estrategias, permiten obtener, ordenar y analizar la información obtenida mediante un <i>Pretest y Postest</i> para cada instrumento, en consecuencia, contrastar con el grupo de control.</p> <p><i>Diseño mixto:</i> la combinación del enfoque cualitativo y cuantitativo es útil en el campo de la educación, mediante el diseño de instrumentos específicos como la escala de Likert para medir actitudes y la lista de cotejo que permite reforzar que las variables dependientes: habilidades y conocimientos que tienen un incremento en los estudiantes después del tratamiento para este estudio.</p>
Instrumentos de medición	<i>Pretest y Postest</i> estos instrumentos se aplican para la evaluación y medición de conocimientos en una etapa diagnóstica y cierre del curso, se llevan a cabo de manera longitudinal con el propósito de comparar los grupos con los que participan en el estudio.

	<p>Escala de Likert, se utiliza para la medición de actitudes de los estudiantes, específicamente en el uso de las estrategias tecnológicas.</p>
	<p>Lista de cotejo para evaluación de conocimientos y habilidades, se retoma de los instrumentos de demostración, con ponderación de indicadores relacionados con los contenidos temáticos.</p>
Planeación didáctica	<p>Programa Académico de Trabajo este instrumento se configura de acuerdo a los contenidos temáticos de la propuesta y los que se retoman de la asignatura de geometría, se realiza una integración con contenidos de la asignatura de matemáticas, estos dos últimos se retoman del Plan de estudios 2017 de la FA, tomado como marco referencial y alojados en el entorno virtual de aprendizaje. Se toma en cuenta aspectos importantes como conocer a los estudiantes, sus intereses, habilidades y conocimientos previos acerca de la asignatura.</p>

Tabla 19 Estructura principal del modelo EDGE 4.0. Fuente: Elaboración propia.

4.3 Mapa conceptual de la propuesta EDGE 4.0

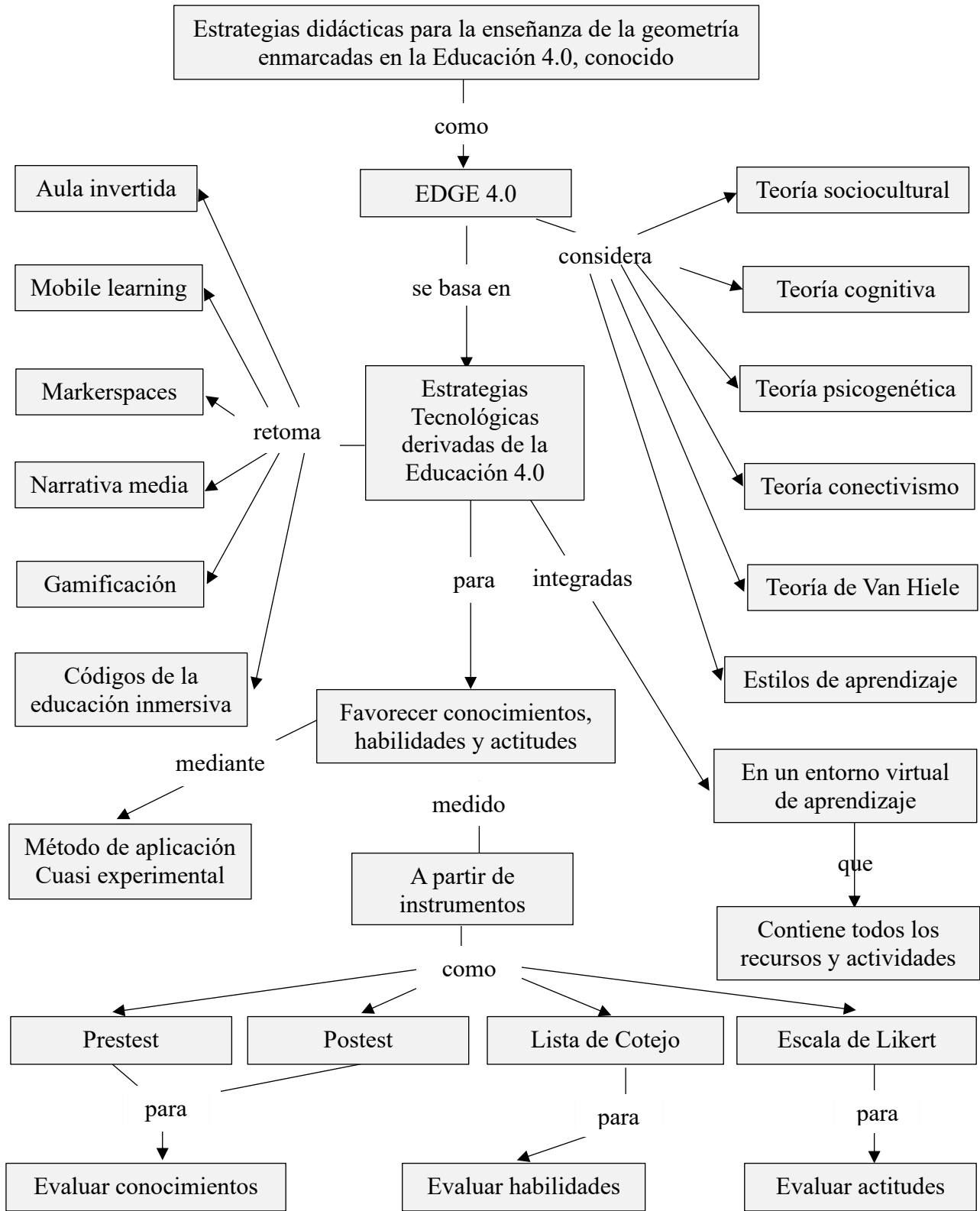


Figura 9 Mapa conceptual del modelo Edge 4.0. Elaboración propia.

4.4 Entorno Virtual de Aprendizaje de la propuesta Edge 4.0

La construcción de este espacio se realizó con herramientas tecnológicas, para que el estudiante lo utilice como un medio, en donde pueda interactuar con los recursos que se tienen de la asignatura para llevar a cabo el curso. Encontrarán los recursos de acuerdo a las estrategias tecnológicas planteadas en la investigación, pero también de manera individual podrán elegirlos conforme a sus estilos de aprendizaje que previamente ya fueron identificados, es importante señalar que pueden elegir las opciones que consideren pertinentes con el objetivo de favorecer el aprendizaje.

El entorno se configura de acuerdo a los recursos tecnológicos con los que cuenta el estudiante, en este ambiente es donde entra el concepto del *Mobile Learning*, es decir, pueden acceder a este espacio mediante un teléfono móvil, una Tablet, una computadora portátil o una computadora de escritorio, para bajar o subir información acerca de los recursos y actividades de la asignatura.

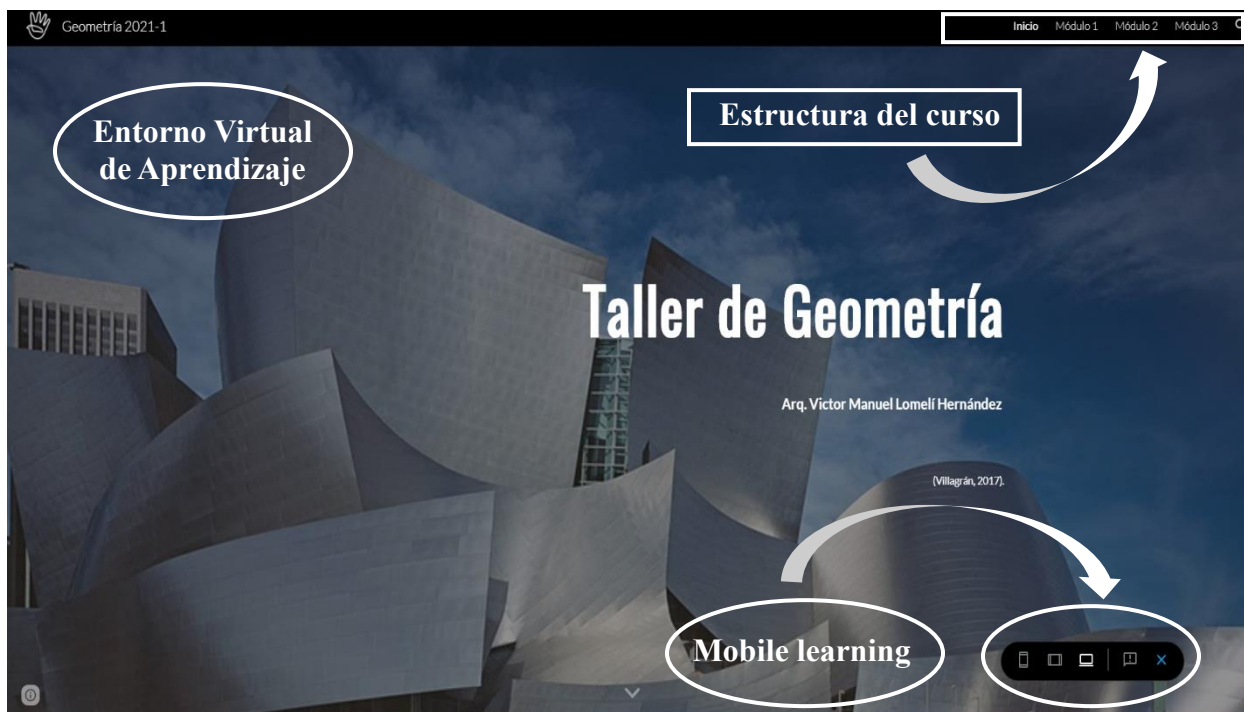


Figura 10 Entorno Virtual de Aprendizaje (EVA). Fuente: Elaboración Propia.

El acceso a este entorno virtual de aprendizaje se puede dar de manera síncrona o asíncrona, el objetivo es que sea flexible para que los estudiantes encuentren la información necesaria para llevar a cabo las actividades derivadas del curso. Es importante señalar que la plataforma está configurada para que accedan solo con su correo institucional en donde se les comparte el link para el acceso, y con el mismo pueden revisar los códigos con la información, ver Figura 10.

4.5 Muestra de un módulo del curso en el Entorno Virtual de Aprendizaje

A continuación, se muestra en la Figura 11, una de las secciones dentro del módulo del curso, se puede observar la estructura clara que se establece para que los estudiantes accedan a los recursos de la asignatura. Cabe hacer mención que esta contiene las diferentes estrategias que se plantean en algunos contenidos temáticos que se detallan dentro del Programa Académico de Trabajo (PAT) trazado para la propuesta.

En principio se aprecia la estrategia del *Aula Invertida* es decir el *Flipped Classroom* que se refiere a todos los recursos, seguido de la configuración que se detalló en el apartado 4.4, y lo que pertenece a la configuración de los recursos tecnológicos que se utilizarán para interactuar con este medio, es decir el *Mobile Learning*, se añade la *Narrativa Multimedia* que les facilitará entender las pautas a seguir para la comprensión y materialización del objeto arquitectónico.

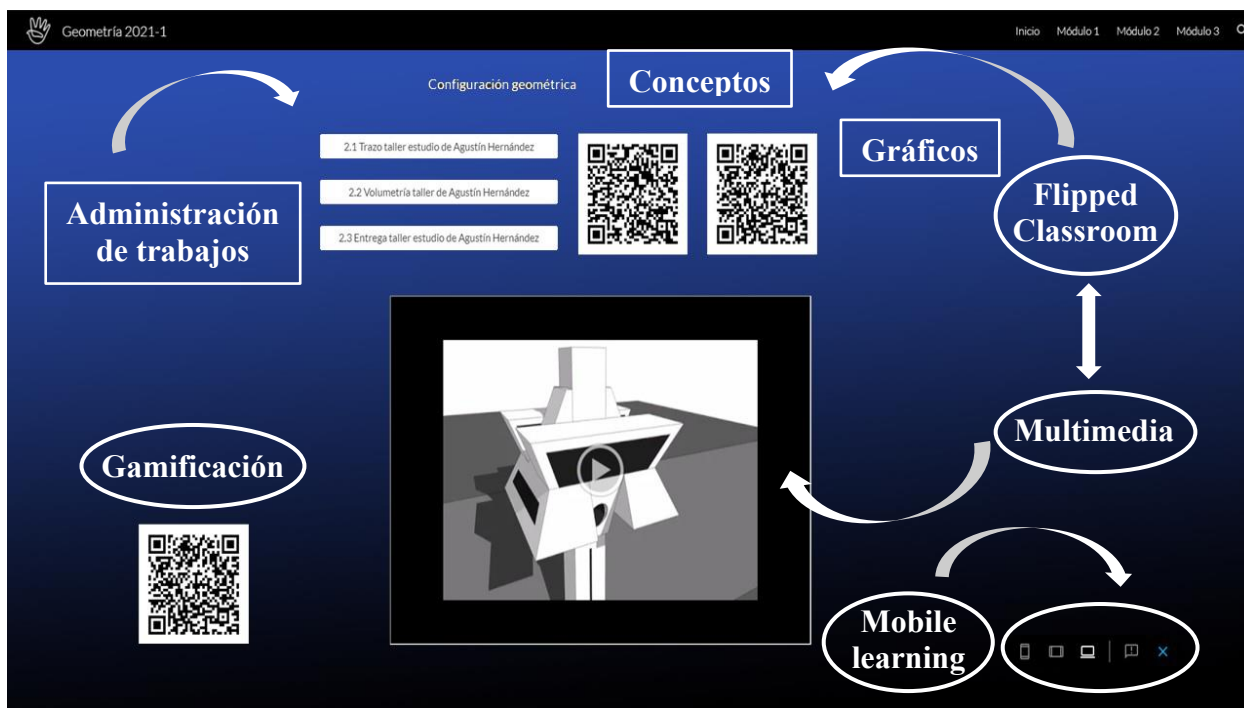


Figura 11 Aprendizaje invertida, ejemplo de un módulo de la estructura del curso. Fuente: Elaboración Propia.

La siguiente estrategia que se muestra es la información mediante el uso de *Códigos u Hologramas* donde encuentran los conceptos y los gráficos que ayudarán a entender los contenidos temáticos, por último, existe un código adicional en donde se generaron para algunos temas juegos interactivos donde se hace uso de la *Gamificación*, esto con el propósito de utilizarlo como parte de la recuperación metodológica o metacognición para reforzar el tema visto.

El entorno Virtual de Aprendizaje tiene una gran ventaja en la interacción entre los estudiantes, una vez que identificaron su preferencia de modalidad sensorial, se realiza la formación de equipos de trabajo colaborativo mediante patrones de interacción, se rescata *la teoría sociocultural de Vigotsky*, esta actividad les permite conocer los trabajos que generan sus compañeros de manera individual y en equipo, y en donde se dan cuenta de errores y aciertos en sus trabajos, por lo que se retoma un concepto importante para esta investigación llamado *Ecosistema de Aprendizaje*.

La mayoría de los autores que retoman este concepto se basan en la definición asociada a la biología, entendido como una comunidad en la cual seres vivos interactúan entre sí y con su entorno físico, (Martí, Gisbert & Larraz, 2018), esta definición se rescata del concepto propuesto por Wilkinson (2000) estableciendo un paralelismo con un ecosistema biológico.

Un ecosistema de aprendizaje es un entorno diseñado para aprender, abierto donde se encuentran todos los ingredientes que necesita un aprendizaje significativo, y por lo tanto no son solo las aulas o los laboratorios, sino que son también las empresas, la sociedad, la ciudadanía y en el que se desarrollan proyectos, es un aprendizaje activo en los que el estudiante tiene la oportunidad de interactuar con todo ese entorno...” Juan Freire (2021).

Existe una característica particular y muy importante en el Entorno Virtual de Aprendizaje tanto para el docente como para los estudiantes, ya que funge como una plataforma en la que los estudiantes registran todos sus entregables derivados de las actividades solicitadas debido a que están dados de alta como editores, esto les permite revisar el progreso de su aprendizaje llevando el control de sus trabajos. Al mismo tiempo para el docente le permite llevar la administración y el registro de estos trabajos para facilitar lo relacionado con la evaluación, pero sobre todo estar observando el proceso que lleva cada estudiante.

4.6 Clase muestra y etapas con base en la propuesta

Objetivo específico de esta clase: Identificar y representar los objetos en el espacio tridimensional sobre una superficie bidimensional en los procesos de diseño mediante la aplicación del conjunto de conocimientos y técnicas precisas en la obtención de la verdadera forma y magnitud (VFM) de los lugares geométricos con la finalidad de construir el objeto.

Diseño de la actividad	
Asignatura: Geometría I	Etapas de formación: Básica
Área de conocimiento: Proyecto	Tipo de asignatura: Teórica-práctica

Actividad	<p>Tema: Concepto del espacio La visualización en 3D Los planos de proyección Lugares geométricos en el espacio</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Punto ▪ Recta ▪ Plano ▪ Las posiciones de la recta en el espacio <p>Construir una tabla de análisis comparativo de las posiciones de la recta en el espacio con respecto a cada plano de proyección.</p>
Objetivo	<p>Construir una montea del espacio, para identificar sus planos de proyección, que nos permita utilizarla para entender los lugares geométricos en el espacio.</p> <p>Identificar en una tabla de análisis comparativo, la posición de cada una de las rectas en el espacio respecto a sus planos de proyección.</p> <p>Objetivos cognitivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Conocer los componentes de la montea del espacio. ▪ Identificar el cuadrante de trabajo en la montea. <p>Objetivo psicomotor:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Trazar geoméricamente en una hoja de papel. ▪ Construir con materiales básicos una montea espacial. ▪ Operar la montea como herramienta de aprendizaje. <p>Objetivo afectivo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificar y nombrar cada plano de proyección. • Interactuar con la montea para comprender los conceptos básicos de la geometría.
Etapas de la clase	<ol style="list-style-type: none"> 1. Actividad de calentamiento Recuperación metodológica del tema que antecede <ul style="list-style-type: none"> ▪ Activar el conocimiento visto en la sesión que antecede para identificar los conceptos vistos. 2. Periodo formal del aprendizaje Presentación del contenido <ul style="list-style-type: none"> ▪ Construir la montea del espacio con materiales básicos. ▪ Nombrar cada uno de sus planos de proyección. ▪ Interactuar con los estudiantes acerca del tema que previamente ya revisaron en el EVA (mediante el Flipped classroom). 3. Actividad de descanso <ul style="list-style-type: none"> ▪ Cambiar el ritmo de la clase. ▪ Dar a los alumnos la oportunidad de manejar y revisar el contenido de manera más libre (interacción entre pares).

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Los estudiantes deberán identificar los conceptos que se han visto hasta esta etapa. <p>4. Actividad de refuerzo Consolidar el conocimiento</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Dar pauta a la construcción inicial de la tabla de análisis comparativa de las posiciones de la recta con respecto a sus planos de proyección. (Gamificación) <p>5. Actividad final Conclusión sobre el tema</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Terminar con la construcción de la tabla comparativa por parte de los estudiantes con el propósito de completar la información acerca de la posición de la recta en el espacio.
Tiempo	<p>La duración de la sesión es de 120 minutos que se repartirá de la siguiente manera:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Tendrán hasta 15 minutos de tolerancia para el inicio de la clase. ▪ El periodo efectivo de la clase será de 95 minutos repartido entre las 5 etapas y quedará así: <ul style="list-style-type: none"> ○ Calentamiento: 10 minutos ○ Periodo formal de aprendizaje: 45 minutos ○ Descanso: 15 minutos ○ Refuerzo: 15 minutos ○ Final: 10 minutos ▪ La sesión terminara 5 minutos antes o en punto de la hora.
Metodología	<p>1. Actividad de calentamiento</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Recuperación metodológica de la actividad que antecede para activar el conocimiento y dar seguimiento al tema, que facilitará el aprendizaje de este tema. ▪ Rol del maestro: Manager y organizador, Organiza el espacio de trabajo a los alumnos y las actividades para que estas se desarrollen de manera fluida. Establece las reglas y las rutinas. <p>2. Periodo formal del aprendizaje</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Presentación del contenido. ▪ Rol del maestro: Orquestador, piensa en detalles y prepara la clase con actividades variadas y apropiadas para el nivel y estilo de aprendizaje de los alumnos. ▪ Rol del maestro: Informante, da a los alumnos información detallada sobre contenidos o actividades. Guía y promueve la retroalimentación. <p>3. Actividad de descanso</p>

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dar a los alumnos la oportunidad de manejar y revisar el contenido de manera más libre. ▪ Rol del maestro: Facilitador, Ayuda a sus alumnos, proporciona información, ejemplos, responde preguntas. <p>4. Actividad de refuerzo</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Consolidar el conocimiento. ▪ Rol del maestro: Mediador, identifica actividades para que el estudiante comprenda los conceptos y los temas. <p>5. Actividad final</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Conclusión sobre el tema ▪ Rol del maestro: Facilitador y mediador, confirma los conceptos y el tema, repasando con los alumnos, interactuando acerca de las dudas.
Patrones de interacción.	<p>1. Actividad de calentamiento</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Colectivos de trabajo de 4 integrantes <p>2. Periodo formal del aprendizaje</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Colectivos de trabajo de 4 integrantes ▪ Trabajo grupal, para provocar más participación mediante la interacción del grupo. <p>3. Actividad de descanso</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Trabajo grupal, para provocar más participación mediante la interacción del grupo. ▪ Trabajo individual <p>4. Actividad de refuerzo</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Colectivos de trabajo de 4 integrantes ▪ Trabajo grupal, para provocar más participación mediante la interacción del grupo. <p>5. Actividad final</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Trabajo individual ▪ Colectivos de trabajo de 4 integrantes ▪ Trabajo grupal
Estilos de aprendizaje e Inteligencias múltiples	<p>Dada las características de esta asignatura y al estar clasificada como teórico y práctica, se relaciona con todos los estilos de aprendizaje, así como prácticamente la gran mayoría de las inteligencias múltiples, a continuación, se describen.</p> <p>Estilos de Aprendizaje:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Visual: trazo geométrico de la montea, identificar los componentes de manera gráfica. ▪ Auditiva: escuchar las instrucciones para el trazo del ejercicio, que comentará con sus compañeros.

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lecto-redactor: describir lo observado, o tomar nota de la parte instruccional. ▪ Kinestésico: estar en contacto con los materiales (papel, escuadras, lápices, escalímetro, manipulando estos para la construcción del objeto. <p>Inteligencias Múltiples:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Lingüística: se produce con el intercambio de ideas en relación al tema o los conceptos mediante la comunicación verbal y las pequeñas discusiones en el colectivo. ▪ Lógico-matemática: pensamiento analítico mediante la ubicación de los planos de proyección con relación a las coordenadas X, Y, Z, clasificación y presentación del material con una secuencia lógica. ▪ Viso espacial: trazo geométrico de la montea en 2 dimensiones para convertirla en 3 dimensiones. ▪ Motora: manipulan el material para construir el objeto que servirá como herramienta en el proceso. ▪ Interpersonal: la interacción con el colectivo de trabajo, observando, debatiendo, compartiendo la información. ▪ Intrapersonal: marcado principalmente por el trabajo individual, la autogestión del conocimiento y la reflexión del ejercicio dentro de su entorno.
<p>Materiales didácticos, herramientas y recursos tecnológicos para un modelo híbrido</p>	<p>Clases a distancia</p> <p>Los alumnos deben contar con lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Computadora personal que cuente con cámara y micrófono para establecer una comunicación constante. ▪ Conexión a internet ▪ Se les brindará las claves para acceder a la sesión de acuerdo a la plataforma de trabajo para este caso es Zoom ▪ Hojas de papel tamaño carta. ▪ Lápices para dibujo. ▪ Palitos de paleta o lápices varios que tengan a la mano ▪ Herramientas de dibujo: escuadras, escalímetro. ▪ Calculadora científica. ▪ Bitácora o block de notas, para tomar apuntes. <p>El docente debe contar con:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Computadora personal que cuente con cámara y micrófono para establecer una comunicación constante. ▪ Conexión a internet para llevar a cabo la llamada

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Materiales varios para desarrollar la actividad y poder interactuar con los alumnos. <p>Clases presenciales: Los alumnos deben contar con lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Hojas de papel tamaño carta. ▪ Lápices para dibujo. ▪ Palitos de paleta o lápices varios que tengan a la mano ▪ Herramientas de dibujo: escuadras, escalímetro. ▪ Calculadora científica. ▪ Bitácora, cuaderno o block, para tomar apuntes. <p>El docente debe contar con:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pizarrón, borrador y plumones de colores para pizarrón
Problemas que se pueden presentar para la clase	<p>Clases a distancia</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Falta de equipo de cómputo. ▪ Problemas de conexión a internet, ya sea mantener la señal o problemas para conectarse. ▪ Que no tengan cámara o micrófono, o que no les funcione. ▪ No tener materiales para dibujar: hojas o cuaderno para tomar apuntes de la parte instruccional. ▪ No contar con herramientas de trabajo: escuadras, escalímetro, calculadora científica. ▪ Distracción en el entorno por parte de la familia. <p>Clases presenciales:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Disponibilidad de espacio para el número total de estudiantes asignados para llevar a cabo la sesión. ▪ Restricción en el acceso debido a las medidas tomadas por la contingencia, es decir no contar con las herramientas que “podrían” asegurar la estancia de, los alumnos. ▪ Falta de material y herramientas para dibujo debido a que la contingencia evite que los alumnos adquieran. ▪ Apertura puntual por parte de los intendentes para poder acceder al aula.
Soluciones	<p>Clases a distancia:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Cerrar aplicaciones y/o componentes que utilizan internet en su casa, para tener mejor conectividad. ▪ Tener algún Móvil inteligente para conectarse en algún momento. ▪ Prevenir las herramientas y materiales de trabajo. <p>Clases presenciales:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Prevenir las herramientas y materiales de trabajo.

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Solicitar que el acceso para los estudiantes sea más fluido, para no acortar el tiempo de la sesión en el aula. ▪ Sincronizar la presencia de los estudiantes para que cada uno sepa que día le toca estar en el aula, de acuerdo a lo que plantea la dirección de la Facultad.
Estilos de aprendizaje e Inteligencias múltiples	<p>De acuerdo al tipo de asignatura clasificada como teórico práctico, y debido a sus características se pueden cubrir prácticamente todos los estilos de aprendizaje, así como la mayoría de las inteligencias múltiples, pero se desglosarán de la siguiente manera de acuerdo a las etapas de la clase:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Actividad de calentamiento Recuperación metodológica del tema que antecede <ul style="list-style-type: none"> ▪ E.A.: Visual, auditivo, lecto-redactor y kinestésico ▪ I.M.: Lingüística, Lógico-matemática, viso-espacial, intrapersonal e interpersonal. 2. Periodo formal del aprendizaje Presentación del contenido <ul style="list-style-type: none"> ▪ E.A.: Visual, auditivo, lecto-redactor y kinestésico ▪ I.M.: Lingüística, lógico-matemática, viso-espacial, motora, intrapersonal e interpersonal. 3. Actividad de descanso <ul style="list-style-type: none"> ▪ E.A.: Visual, auditivo, lecto-redactor y kinestésico ▪ I.M.: Lingüística, lógico-matemática, viso-espacial, motora, intrapersonal e interpersonal. 4. Actividad de refuerzo Consolidar el conocimiento <ul style="list-style-type: none"> ▪ E.A.: Visual, auditivo, lecto-redactor y kinestésico ▪ I.M.: Lingüística, lógico-matemática, viso-espacial, motora, intrapersonal e interpersonal. 5. Actividad final Conclusión sobre el tema <ul style="list-style-type: none"> ▪ E.A.: Visual, auditivo, lecto-redactor y kinestésico ▪ I.M.: Lingüística, lógico-matemática, viso-espacial, motora, intrapersonal e interpersonal.

Tabla 20 Metodología de clase muestra de la propuesta. Fuente: Elaboración propia.

4.7 Programa Académico de Trabajo de la propuesta Edge 4.0

En el siguiente apartado se muestra el programa académico de trabajo con el que se propone no solo alcanzar los objetivos de aprendizaje, sino también fortalecer este conocimiento que les de la capacidad de resolver problemáticas en la producción arquitectónica.

Programa académico de trabajo de la propuesta para la asignatura de Geometría I		
Geometría I Talleres de la Facultad de Arquitectura, UNAM.	Semestre	Primero
	Etapa de Formación	Básica
	Área de conocimiento	Proyecto
<p>Objetivo General: Representará los objetos en el espacio tridimensional sobre una superficie bidimensional en los procesos de diseño, mediante la aplicación del conjunto de conocimientos y técnicas precisas [para caracterizar, solucionar y materializar el objeto arquitectónico] a partir del análisis y síntesis [de los componentes que lo conforman] (Facultad de arquitectura, 2017).</p> <p>Objetivos Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Distinguirá los principios básicos de la geometría para su correcta comprensión y su aplicación. • Explicará el concepto de ortogonalidad para la obtención de distintas vistas de un objeto. • Determinará las diferentes posiciones en el espacio de las figuras geométricas de referencia. • Construirá la verdadera forma y magnitud (VFM) de las figuras geométricas mediante movimientos auxiliares: cambios de planos, giros, rotaciones y abatimientos. • Describirá las características de los poliedros existentes. • Aplicará conocimientos adquiridos en la solución de problemas de construcción. • Construirá un modelo de composición geométrica con los conocimientos adquiridos en el curso. 		
<p>Módulo 1</p> <p>1.1 Introducción al estudio de la geometría</p> <p>1.1.1 Antecedentes</p> <p>1.1.2 Herramientas manuales, tecnológicas, escala y proporción</p> <p>1.1.3 Modulación espacial, bidimensional y redes geométricas</p> <p>1.2 Concepto del espacio</p> <p>1.2.1 Formación del sistema, planos de proyección y montañas</p> <p>1.2.2 Situación del objeto.</p> <p>1.2.3 Punto, recta y plano</p> <p>1.2.4 Posiciones de la recta en el espacio</p> <p>Módulo 2</p> <p>2.1 Movimientos auxiliares para la resolución de problemas</p> <p>2.1.1 Abatimientos, giros o rotaciones y cambios de plano</p>	<p>2.2 Poliedros</p> <p>2.2.1 Platónicos</p> <p>2.2.2 Arquimedianos y de Kepler</p> <p>2.3 Empleo de la geometría en elementos y sistemas constructivos</p> <p>Módulo 3</p> <p>3.1 Proyecciones axonométricas</p> <p>3.1.1 Dimetría, Trimetría e Isometría</p> <p>3.1.2 Axonometría con sombras</p> <p>Módulo 4</p> <p>4.1 Geodésicas</p> <p>4.1.1 Cubiertas tangenciales a la esfera Frecuencia 2 en dodecaedro</p> <p>Módulo 5</p> <p>5.1 Modelo de composición geométrica</p>	

Programa académico de trabajo					
Sem	Temas, subtemas y Nivel de razonamiento de la geometría	Objetivos específicos de aprendizaje relacionados con los temas transversales	Estrategias didácticas; de enseñanza (EE), de aprendizaje (EA) y tecnológicas (ET)	Tipo de clase, recursos y medios	Aprendizaje Independiente
1	Aspectos generales del curso y diagnóstico.	Presentar criterios generales y de evaluación, temario del curso. Entorno Virtual de Aprendizaje (EVA). Identificar los conocimientos previos.	EE: Discursiva ET: Pretest-diagnóstico	Conferencia – Práctica Docente: Programa Académico de Trabajo. Estudiante: Cuestionario en línea.	Contestar Pretest en línea, test de estilos de aprendizaje Fleming & Mills. Buscar el grupo de aprendizaje social del curso, Revisar presentación de tema 1.1.
2	1.1 Introducción al estudio de la geometría 1.1.1 Antecedentes 1.1.2 Herramientas manuales, tecnológicas, escala y proporción. 1.1.3 Modulación espacial, bidimensional y redes geométricas. Nivel 1: Reconocimiento	Identificar principios básicos, herramientas para comprender la escala y proporción. Identificar el uso de redes geométricas	EE: Discursiva, presentación de los temas. EA: Adquisición, trabajo colaborativo, portafolio de evidencias ET: Mobile learning y Flipped learning.	Conferencia – Práctica. Docente: Presentación de los temas. Estudiante: Bitácora para toma de conceptos y uso del EVA y de las ET.	Revisar la presentación de los temas abordados en el EVA, y del tema 1.2.
3	1.2 Concepto del espacio 1.2.1 Formación del sistema, planos de proyección y montañas. 1.2.2 Situación del objeto. 1.2.3 Punto, recta y plano 1.2.4 Posiciones de la recta en el espacio. Nivel 1: Reconocimiento Nivel 2: Análisis	Reconocerá el espacio tridimensional para su representación bidimensional. Identificará el concepto de ortogonalidad. Determinará las diferentes posiciones en el espacio y de las figuras geométricas de referencia.	EE: Organizativa y discursiva EA: Recuperación, aprendizaje basado en juegos, construcción de montañas espaciales. ET: Mobile learning, Flipped learning, Gamificación y uso de Códigos QR, Multimedia.	Conferencia, taller y seminario. Docente: Presentación de los temas. Estudiante: Bitácora, herramientas de dibujo y uso del EVA y de las ET.	Revisar la presentación de los temas abordados en el EVA, y del tema 2.1, 2.2 y 2.3. Mapas conceptuales de cierre de módulo 1.

4	<p>2.1 Movimientos auxiliares para resolución de problemas 2.1.1 Abatimientos, giros o rotaciones y cambios de plano.</p> <p>2.2 Poliedros</p>	<p>Identificará las características de algunos poliedros para su descripción.</p>	<p>EE: Organizativa y discursiva pensamiento lateral, trazo de tetraedro.</p> <p>EA: Análisis y Razonamiento, trabajo colaborativo, construcción de montea y modelo.</p> <p>ET: Mobile learning, Flipped learning, Gamificación, Narrativa</p>		
5	<p>2.2.1 Platónicos</p>	<p>Comprenderá el uso de los movimientos</p>	<p>EE: Organizativa y discursiva, trazo de cubo-octaedro</p>	<p>Conferencia, taller y seminario.</p>	<p>Revisar la presentación de los temas abordados en el EVA, y del tema 2.1, 2.2 y 2.3.</p>
6	<p>2.2.2 Arquimedianos</p> <p>2.3 Empleo de la geometría en le solución de elementos y sistemas constructivos diversos Nivel 2: Análisis Nivel 3: Clasificación</p>	<p>auxiliares para encontrar la verdadera forma y magnitud (VFM) de los polígonos en el poliedro.</p>	<p>EA: Análisis y Razonamiento, trabajo colaborativo, construcción de montea y modelo.</p> <p>ET: Mobile learning, Flipped learning, Gamificación y Multimedia.</p>	<p>Docente: Presentación de los temas.</p> <p>Estudiante: Bitácora, herramientas de dibujo y uso del EVA y de las ET.</p>	
7	<p>2.1 Movimientos auxiliares para resolución de problemas 2.1.1 Abatimientos, giros y cambios de plano.</p> <p>2.2 Poliedros 2.2.1 Platónicos Nivel 2: Análisis Nivel 3: Clasificación</p>	<p>Comprenderá el uso de los movimientos auxiliares para encontrar la verdadera forma y magnitud (VFM) de los polígonos en el poliedro.</p>	<p>EE: Organizativa y discursiva, trazo de hexaedro</p> <p>EA: Razonamiento y construcción del modelo para su comprensión.</p> <p>ET: Mobile learning, Flipped learning y uso de Códigos QR.</p>		<p>Revisar presentación de los temas abordados en el EVA, y del tema 3.1. Mapas conceptuales de cierre de módulo 2.</p>

8	3.1 Proyecciones axonométricas 3.1.1 Dimetría, Trimetría e Isometría 3.1.2 Aplicación de axonometría con sombras. Nivel 1: Reconocimiento Nivel 2: Análisis Nivel 3: Clasificación	Identificará los diferentes tipos de proyecciones axonométricas. Proyectará el volumen gráficamente en axonométrica.	EE: Organizativa y discursiva, presentación de los conceptos básicos de las proyecciones axonométricas EA: Adquisición ET: Mobile learning, Flipped learning y uso de Códigos QR, Multimedia.	Conferencia y taller Docente: Presentación de los temas. Estudiante: Bitácora, herramientas de dibujo y uso del EVA y de las ET.	Revisar presentación de los temas abordados en el EVA, y del tema 3.1. Mapas conceptuales de cierre de módulo 3. Revisión del tema de Icosaedro frecuencia 1 y Base geodésica.
9					
10	2.1 Movimientos auxiliares para resolución de problemas 2.1.1 Abatimientos, giros o rotaciones y cambios de plano. 2.2 Poliedros 2.2.1 Platónicos 2.2.2 Arquimedianos 2.3 Empleo de la geometría en la solución de elementos y sistemas constructivos diversos Nivel 2: Análisis Nivel 3: Clasificación Nivel 4: Deducción formal.	Identificará las características de algunos poliedros para su descripción. Comprenderá el uso de los movimientos auxiliares para encontrar la verdadera forma y magnitud (VFM) de los polígonos en el poliedro.	EE: Organizativa y discursiva, trazo de Icosaedro frecuencia 1 EA: Análisis y Razonamiento, trabajo colaborativo, construcción de montea y modelo. ET: Mobile learning, Flipped learning, Gamificación y uso de Códigos QR. Multimedia.	Conferencia, taller y seminario. Docente: Presentación de los temas. Estudiante: Bitácora, herramientas de dibujo y uso del EVA y de las ET.	Revisar presentación de los temas abordados en el EVA, y del tema 2.1, 2.2 y 2.3 Revisión del tema de Base geodésica.
11					
12			EE: Organizativa y discursiva, trazo de Base geodésica EA: Análisis y Razonamiento, trabajo colaborativo, desarrollo de montea y materialización de modelo		Revisar presentación de los temas abordados en el EVA, y del tema 4.1 Revisión del tema de Base geodésica.

13	4.1 Geodésicas 4.1.1 Cubiertas tangenciales a la esfera Frecuencia 2 en el dodecaedro 2.1 Movimientos auxiliares para resolución de problemas	Identificará las características de la generación de cubiertas tangenciales a la esfera.	EE: Situada ABP, Organizativa y discursiva, Desarrollo de frecuencia 2 en el dodecaedro.	Conferencia y taller Docente: Presentación de los temas. Estudiante: Bitácora, herramientas de dibujo y uso del EVA y de las ET.	
14	2.3 Empleo de la geometría en la solución de elementos y sistemas constructivos diversos 5.1 Modelo de composición geométrica Nivel 3: Clasificación Nivel 4: Deducción Nivel 5: Rigor-aplicación.	Aplicará los conocimientos adquiridos en el curso para la resolución de su proyecto final.	EA: Comunicación, Análisis y Razonamiento, trabajo colaborativo, construcción de montea y modelo. ET: Mobile learning, Markerspaces, uso de Códigos QR Postest de conocimientos.	Trabajo colaborativo y de taller para conclusión de proyecto final. Presentación final de sus proyectos de aplicación.	Investigar los ambientes que se pueden generar a partir de la estructura geodésica para proponer en su proyecto final.
15			EE: Retroalimentación Explicación del proceso que se tuvo durante el semestre. EA: Portafolio de evidencias Reflexión final del curso Presentar portafolio de evidencias del semestre. ET: Presentación digital de los trabajos del curso.	Conversatorio de docentes-estudiantes, e invitados.	Reflexión final y autoevaluación.
16	Reflexión final del curso	Exponer la importancia de la geometría en la Arquitectura y de los conceptos adquiridos durante el semestre			

Tabla 21 Programa académico de trabajo de la propuesta para la asignatura de geometría I. Fuente: Elaboración propia.

Programa académico de trabajo de la propuesta para la asignatura de Geometría II		
Geometría II Talleres de la Facultad de Arquitectura, UNAM.	Semestre	Segundo
	Etapas de Formación	Básica
	Área de conocimiento	Proyecto
<p>Objetivo General: Generará objetos en el espacio con el uso de sistemas de proporcionamiento, mediante la aplicación del conjunto de técnicas y conocimientos adquiridos de la geometría básica y compleja, de manera que haga evidente la configuración geométrica del objeto arquitectónico, que le permitirá dar solución a problemas de construcción y diseño avanzado.</p> <p>Objetivos Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Distinguirá los principios básicos de los sistemas de proporcionamiento en arquitectura. • Comprenderá criterios de relación entre las dimensiones de un objeto a partir de la proporción. • Identificará los criterios de diseño con base en la normativa vigente para el diseño y construcción de una escalera. • Identificará y aplicará los procedimientos para obtener el lugar común entre las superficies que intervienen en una intersección • Aplicará los procedimientos para la obtención de la perspectiva geométrica y la proyección de sombras en un modelo de composición. • Aplicará los detalles en las estructuras [cubiertas] esféricas de vector activo para su representación y materialización. • Identificará la configuración geométrica en edificios característicos en la arquitectura. • Construirá un modelo de composición geométrica con los conocimientos adquiridos en el curso. 		
<p>Módulo 1</p> <p>1.1 Sistemas básicos de proporcionamiento</p> <p>1.1.1 Serie armónica con base en rectángulos dinámicos</p> <p>1.1.2 Subdivisión y trazos proporcionales</p> <p>1.1.3 Aplicación del sistema de proporción a un objeto de estudio</p> <p>1.2 Empleo de la geometría en elementos constructivos diversos</p> <p>1.2.1 Cimbras y cubiertas</p> <p>1.2.2 Escaleras y rampas</p> <p>Módulo 2</p> <p>2.1 Perspectiva geométrica</p> <p>2.1.1 Trazo de la perspectiva mediante modelo de composición</p> <p>2.1.2 Aplicación de sombras en perspectiva a modelo de composición</p> <p>Módulo 3</p> <p>3.1 Fundamentos para la generación de las superficies</p>	<p>3.1.1 Superficies regladas desarrollables y no desarrollables</p> <p>3.1.2 Superficies de revolución</p> <p>3.2 Intersecciones</p> <p>3.2.1 Intersección de cuerpos de generación paralela y punta</p> <p>3.2.2 Intersección de cuerpos de diversas generaciones</p> <p>Módulo 4</p> <p>4.1 Geodésicas</p> <p>4.1.1 Cubiertas tangenciales a la esfera Frecuencia V-3 y V-4</p> <p>4.1.2 Casquete esférico rebajado</p> <p>Módulo 5</p> <p>5.1 Configuración geométrica</p> <p>5.1.1 Análisis de la configuración geométrica de obras arquitectónicas de México y el mundo</p> <p>5.1.2 Modelo de composición geométrica</p>	

Programa académico de trabajo					
Sem	Temas, subtemas y Nivel de razonamiento de la geometría	Objetivos específicos de aprendizaje relacionados con los temas transversales	Estrategias didácticas; de enseñanza (EE), de aprendizaje (EA) y tecnológicas (ET)	Tipo de clase, recursos y medios	Aprendizaje Independiente
1	Aspectos generales del curso y diagnóstico.	Presentar criterios generales y de evaluación, temario del curso. Entorno Virtual de Aprendizaje (EVA). Identificar los conocimientos previos.	EE: Discursiva ET: Pretest-diagnóstico de conocimientos.	Conferencia – Práctica Docente: Programa Académico de Trabajo. Estudiante: Cuestionario en línea.	Contestar Pretest en línea, test de estilos de aprendizaje Fleming & Mills. Buscar el grupo de aprendizaje social del curso, Revisar presentación de tema 1.1.1 y 1.1.2.
2	1.1 Sistemas básicos de proporcionamiento 1.1.1 Serie armónica con base en rectángulos dinámicos. 1.1.2 Subdivisión y trazos proporcionales. Nivel 1: Reconocimiento Nivel 2: Análisis	Identificará principios básicos de los sistemas de proporcionamiento en arquitectura.	EE: Discursiva, presentación de los temas. EA: Adquisición, trabajo colaborativo, portafolio de conceptos para evidencias ET: Mobile learning y Flipped learning y Multimedia	Conferencia, taller y seminario. Docente: Presentación de los temas. Estudiante: Bitácora para toma de conceptos, herramientas de dibujo y uso del EVA y de las ET.	Revisar la presentación de los temas abordados en el EVA, y del tema 1.1.3.
3	1.1 Sistemas básicos de proporcionamiento 1.1.3 Aplicación del sistema de proporción a un objeto de estudio Nivel 2: Análisis Nivel 3: Clasificación Nivel 4: Deducción formal.	Comprenderá criterios de relación entre las dimensiones de un objeto a partir de la proporción para su desarrollo en un objeto de estudio.	EE: Organizativa y discursiva, trazo de cúpula octagonal con arco de ojival equilátero EA: Recuperación metodológica y Adquisición. ET: Mobile learning, Flipped learning, Multimedia.	Conferencia y taller. Docente: Presentación del tema. Estudiante: Bitácora, herramientas de dibujo y uso del EVA y de las ET.	Revisar la presentación de los temas abordados en el EVA y del tema 1.2.

4	<p>1.2 Empleo de la geometría en la solución de elementos constructivos diversos. 1.2.1 Cimbras y cubiertas Nivel 3: Clasificación Nivel 4: Deducción formal.</p>	<p>Desarrollará la cimbra para la materialización del objeto de estudio planteado en la semana que antecede.</p>	<p>EE: Organizativa y discursiva, desarrollo de cúpula octagonal con arco de ojival equilátero EA: Adquisición. ET: Mobile learning, Flipped learning, Multimedia.</p>	<p>Conferencia, taller y seminario.</p>	
5	<p>1.2 Empleo de la geometría en la solución de elementos constructivos diversos. 1.2.2 Escaleras y rampas 1.1 Sistemas básicos de proporcionamiento 1.1.2 Subdivisión y trazos proporcionales Nivel 2: Análisis Nivel 3: Clasificación Nivel 4: Deducción formal.</p>	<p>Identificará los criterios de diseño con base en la normativa vigente para el diseño y construcción de una escalera.</p>	<p>EE: Organizativa y discursiva, trazo, desarrollo y materialización de un diseño de escalera. EA: Adquisición y recuperación metodológica. ET: Mobile learning, Flipped learning, Multimedia. y uso de Códigos QR.</p>	<p>Docente: Presentación del tema. Estudiante: Bitácora, herramientas de dibujo y uso del EVA y de las ET.</p>	<p>Revisar la presentación de los temas abordados en el EVA, y del tema 2.1. Mapas conceptuales de cierre de módulo 1.</p>
6	<p>2.1 Perspectiva geométrica 2.1.1 Trazo de la perspectiva mediante modelo de composición 2.1.2 Aplicación de sombras en perspectiva a modelo de composición. Nivel 1: Reconocimiento Nivel 2: Análisis</p>	<p>Aplicará los procedimientos para la obtención de la perspectiva geométrica y la proyección de sombras en un modelo de composición.</p>	<p>EE: Organizativa y discursiva, presentación de los conceptos básicos del trazo de la perspectiva geométrica. EA: Adquisición ET: Mobile learning, Flipped learning y uso de Códigos QR.</p>	<p>Conferencia y taller Docente: Presentación de los temas. Estudiante: Bitácora, herramientas de dibujo cajas de cartón y uso del EVA y de las ET.</p>	<p>Revisar presentación de los temas abordados en el EVA, y del tema 3.1. Mapas conceptuales de cierre de módulo 2. Revisión del tema de 3.1.1 y 3.1.2.</p>

7	<p>3.1 Fundamentos para la generación de las superficies 3.1.1 Superficies regladas desarrollables y no desarrollables Nivel 1: Reconocimiento Nivel 2: Análisis Nivel 3: Clasificación</p>	<p>Identificará los procedimientos para obtener el lugar común entre las superficies que intervienen en una intersección</p>	<p>EE: Organizativa y discursiva, presentación de los conceptos básicos del trazo de Intersección de paraboloides (superficies regladas alabeadas). EA: Adquisición ET: Mobile learning, Flipped learning y uso de Códigos QR.</p>	<p>Conferencia y taller Docente: Presentación de los temas. Estudiante: Bitácora, herramientas de dibujo y uso del EVA y de las ET. Se retoman conocimientos adquiridos de</p>	<p>Revisar presentación de los temas abordados en el EVA, y del tema 3.2. Revisión del tema de 3.2.1 y 3.2.2.</p>
8	<p>3.2 Intersecciones 3.2.1 Intersección de cuerpos de generación paralela y punta 3.2.2 Intersección de cuerpos de diversas generaciones Nivel 2: Análisis Nivel 3: Clasificación</p>	<p>Identificará los procedimientos para obtener el lugar común entre las superficies que intervienen en una intersección</p>	<p>EE: Organizativa y discursiva, conceptos básicos de trazo de Intersección pirámide oblicua triangular- prisma EA: Adquisición ET: Mobile learning, Flipped learning y uso de Códigos QR.</p>	<p>movimientos auxiliares para resolución de problemas y empleo de la geometría en la solución de elementos y sistemas constructivos diversos, tema 2.1 y 2.3 del módulo 2 del curso de geometría 1.</p>	<p>Revisar presentación de los temas abordados en el EVA, y del tema 4.1. Mapas conceptuales de cierre de módulo 3. Revisión del tema de 4.1.1.</p>
9 10	<p>4.1 Geodésicas 4.1.1 Cubiertas tangenciales a la esfera Frecuencia V-3 en el Icosaedro Nivel 2: Análisis Nivel 3: Clasificación Nivel 4: Deducción Nivel 5: Rigor-aplicación.</p>	<p>Identificará las características de la generación de cubiertas tangenciales a la esfera.</p>	<p>EE: Situada ABP, Organizativa y discursiva, desarrollo de frecuencia V-3 ó V-4 EA: Comunicación, Análisis y Razonamiento ET: Mobile learning, Flipped learning Markerspaces y uso de Códigos QR.</p>	<p>Conferencia y taller Docente: Presentación de los temas. Estudiante: Bitácora, herramientas de dibujo y el EVA y de las ET. Se retoma el tema empleo de la geometría en la solución de elementos y sistemas constructivos diversos.</p>	<p>Investigar los ambientes que se pueden generar a partir de la estructura geodésica. Revisar temas del módulo 4.1 en el EVA</p>

11	<p>4.1 Geodésicas 4.1.2 Casquete esférico rebajado Nivel 3: Clasificación Nivel 4: Deducción Nivel 5: Rigor-aplicación.</p>	<p>Identificará las características de la generación de cubiertas tangenciales a la esfera.</p>	<p>EE: Situada ABP, Organizativa y discursiva, desarrollo de casquete esférico rebajado EA: Comunicación, análisis y razonamiento ET: Mobile learning, Flipped learning Markerspaces.</p>	<p>Conferencia y taller Docente: Presentación de los temas. Estudiante: Bitácora, herramientas de dibujo y el EVA y de las ET. Se retoma el tema de empleo de la geometría en la solución de elementos y sistemas constructivos diversos.</p>	<p>Investigar los ambientes que se pueden generar a partir de la estructura de casquete esférico rebajado. Mapas conceptuales de cierre de modulo 4. Revisar temas del módulo 5.1 en el EVA.</p>
12	<p>5.1 Configuración geométrica 5.1.1 Análisis de la configuración geométrica de obras arquitectónicas de México y el mundo Nivel 2: Análisis Nivel 3: Clasificación Nivel 4: Deducción Nivel 5: Rigor-aplicación.</p>	<p>Desarrollará la configuración geométrica en edificios característicos en la arquitectura mexicana e internacional.</p>	<p>EE: Organizativa y discursiva, desarrollo de trazo y materialización de las obras: Catedral de Brasilia de Oscar Niemeyer o Basílica de Guadalupe de Pedro Ramírez Vázquez y José Luis Benlliure EA: Comunicación, análisis y razonamiento ET: Mobile learning, Flipped learning Markerspaces.</p>	<p>Conferencia, taller y seminario. Docente: Presentación de los temas. Estudiante: Bitácora, herramientas de dibujo y el EVA y de las ET. Se retoma el tema de empleo de la geometría en la solución de elementos y sistemas constructivos diversos.</p>	<p>Revisar presentación de los temas abordados en el EVA, y del tema 5.1.</p>
13			<p>EE: Organizativa y discursiva, desarrollo de trazo y materialización de las obras: Opera de Mallorca de Santiago Calatrava o Parroquia de San José Obrero de Félix Candela.</p>		
14			15		

16	<p>5.1 Configuración geométrica</p> <p>5.1.1 Análisis de la configuración geométrica de obras arquitectónicas de México y el mundo</p> <p>5.1.2 Modelo de composición geométrica</p> <p>Nivel 2: Análisis</p> <p>Nivel 3: Clasificación</p> <p>Nivel 4: Deducción</p> <p>Nivel 5: Rigor-aplicación</p>	<p>Aplicará los conocimientos adquiridos en el curso para la resolución de su proyecto final. Desarrollará la configuración geométrica en edificios característicos en la arquitectura mexicana e internacional.</p>	<p>EE: Organizativa y discursiva, desarrollo de trazo y materialización de la obra de su elección.</p> <p>EA: Comunicación, análisis, razonamiento y trabajo colaborativo.</p> <p>ET: Mobile learning, Flipped learning Markerspaces.</p>	<p>Conferencia y taller</p> <p>Docente: Guía</p> <p>Estudiante: Bitácora, herramientas de dibujo y el EVA. Se retoma los temas y conocimientos adquiridos en el curso.</p>	<p>Revisar presentación de los temas abordados en el EVA, y del tema 5.1. Mapas conceptuales de cierre de módulo 5.</p>
17	<p>Reflexión final del curso.</p>	<p>Exponer la importancia de la geometría en la Arquitectura y de los conceptos adquiridos durante el semestre</p>	<p>EE: Retroalimentación Explicación del proceso que se tuvo durante el semestre.</p> <p>EA: Portafolio de evidencias Presentar portafolio de evidencias del semestre.</p> <p>ET: Presentación digital de los trabajos del curso.</p>	<p>Conversatorio de docentes-estudiantes, e invitados.</p>	<p>Reflexión final y autoevaluación.</p>

Tabla 22 Programa académico de trabajo de la propuesta para la asignatura de geometría II. Fuente: Elaboración propia.

Formas, aspectos y criterios de evaluación de los conocimientos, habilidades y actitudes que se utiliza y momentos del curso se llevan a cabo.				
Tipos de evaluación	Formas de evaluación	Características	Momentos de evaluación	Porcentaje
Porcentaje	Pretest, registro por observación.	Trabajo de Taller Narrativa Retroalimentación	Sesión 1	5 %
Formativa: heteroevaluación	Registro por proceso Lista de cotejo	Trabajo de taller Trabajo de Entrega: plano, maqueta y narrativa. Retroalimentación	Sesión 2 - 11	55 %
Formativa: Heteroevaluación y coevaluación	Registro por proceso Lista de cotejo	Trabajo de taller Trabajo de Entrega: plano, maqueta y narrativa. Retroalimentación	Sesión 12 - 15	25 %
Sumativa (autoevaluación)	Lista de cotejo	Portafolio de evidencias Reflexión final	Sesión 16	15 %

Tabla 23 Criterios de evaluación de la propuesta para la asignatura de geometría I y II. Fuente: Elaboración propia.

V. Metodología

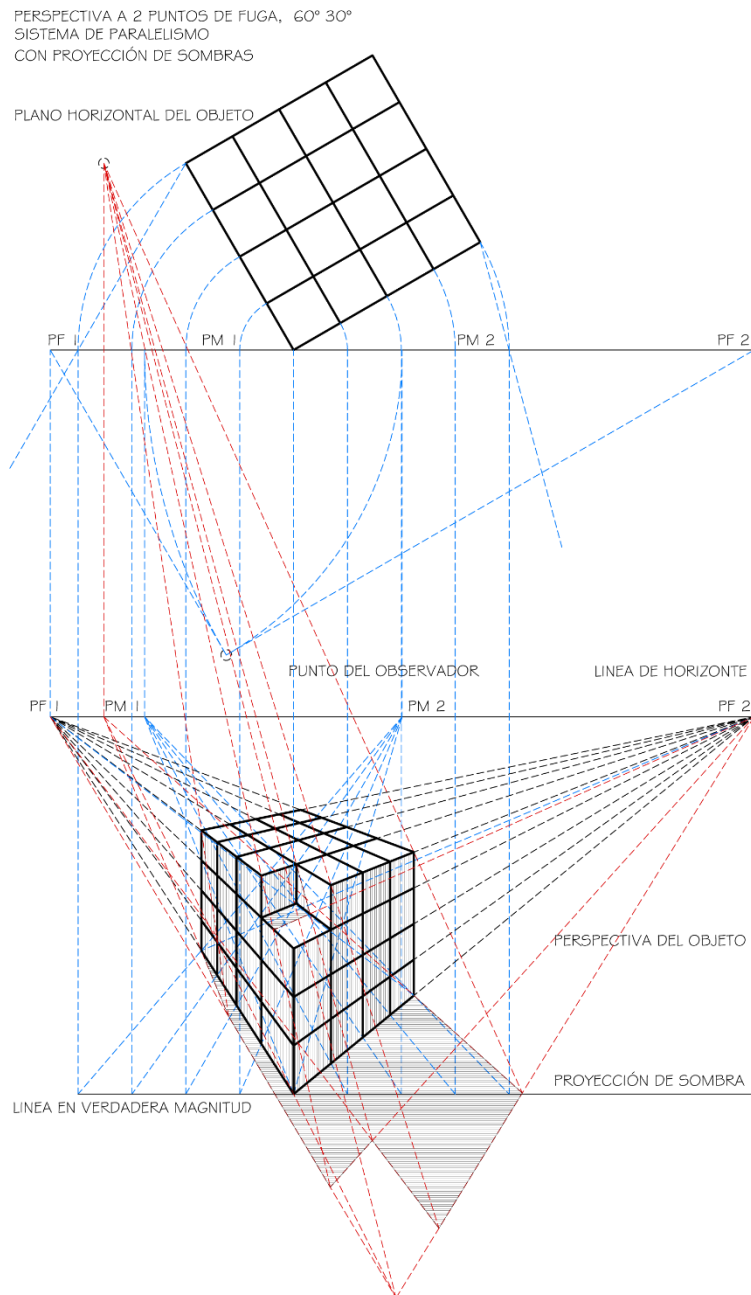


Figura 12 Taller de Geometría II. Actividad: Método de trazo de perspectiva a 2 puntos de fuga con proyección de sombras. Tomado de Lomeli (2017).

V. Metodología

5.1 El Método

El diseño aplicado en esta investigación, fue un método cuasi experimental, beneficioso para esta investigación educativa, ya que ofrece la ventaja de no depender de una elección específica de cada estudiante aleatoriamente para configurar los grupos de estudio. El objetivo fue contrastar que un grupo experimental que recibe un tratamiento por medio de las estrategias tecnológicas Edge 4.0 presentará mejores resultados en conocimientos, habilidades y actitudes con relación a la geometría aplicada en la arquitectura, en contraste con un grupo de control.

La selección de participantes en el grupo experimental y el grupo de control no fue aleatoria. Lo que es consistente con los diseños de investigación cuasi experimentales. El estudio se llevó a cabo mediante una selección de participantes por conveniencia, a lo cuales tenía acceso el investigador. En ambos grupos se aplicaron mediciones Pretest y Postest para la medición de conocimientos (escala continua de 0 a 10), actitudes (Escala Likert de 1 a 5) y habilidades (Lista de cotejo, escala continua de 0 a 10).

5.2 Variables

Independiente principal

- Estrategias tecnológicas derivadas de la Educación 4.0
 - Aula invertida
 - Mobile learning
 - Narrativa medía
 - Markerspaces
 - Gamificación
 - Uso de códigos de la educación inmersiva.

Estas estrategias tecnológicas forman parte de la propuesta Edge 4.0 y solo se aplicaron al grupo experimental como parte del tratamiento, en el grupo de control no hubo esta intervención.

Dependientes

- Nivel de conocimientos en cuanto a contenidos temáticos aprendidos sobre la asignatura de geometría para su aplicación en arquitectura (reportado por los estudiantes y medido a partir de un Postest en escala continua del 1 al 10).

- Grado de actitud favorable hacia el uso de estrategias tecnológicas (reportado por los estudiantes y medido a partir de una escala de Likert de 0 a 5).
- Nivel de habilidades en cuanto a contenidos temáticos e instrumentos aprendidos sobre la asignatura de geometría para su aplicación en arquitectura (reportado por los estudiantes y medido a partir de una Lista de Cotejo en escala continua de 1 a 10).

Control de variables

Se establece que para reducir las amenazas a la validez del diseño cuasi experimental se buscó lograr la homogeneidad entre el grupo experimental y el grupo de control a través de los siguientes aspectos:

- Ambos grupos tuvieron una prueba diagnóstica
- Se impartieron los mismos contenidos en ambos grupos
- Los dos grupos pertenecen al segundo semestre
- El número de participantes en ambos fue de 45 estudiantes
- Los dos grupos tuvieron un equilibrio en cuanto a los estilos de aprendizaje
- Ambos grupos se les proporcionó el programa académico de trabajo PAT, previo al curso
- La lista de Cotejo fue la misma para los participantes

Debido a que en la literatura se ha identificado que los estilos de aprendizaje pueden tener influencia en los conocimientos, habilidades y actitudes (Fleming & Mills, 1992; Kolb, 1980; Zepeda, 2020), otra medida de control de variables puede buscar que el grupo de control y el grupo experimental tuvieran un número semejante de participantes con las distintas modalidades sensoriales. Para ello se aplicó el test de Fleming y Mills (1992), a los participantes de ambos grupos. Este test permite identificar cual es la modalidad sensorial (visual, auditivo, lecto-redactor y kinestésico), que prevalece en cada estudiante. Una vez identificadas las modalidades prevalecientes en cada estudiante se formaron grupos de trabajo tratando de incluir en cada uno de ellos estudiantes con las 4 modalidades sensoriales.

De esta manera se logró, en cierta medida una distribución homogénea de las modalidades sensoriales prevalecientes tanto en el grupo experimental como en el grupo de control, a continuación, se muestran los resultados (ver Tabla 24).

Participantes	Modalidades sensoriales			
	Visual	Auditivo	Lecto redactor	Kinestésico
Grupo de Control	14	5	3	23
Grupo Experimental	10	8	2	25

Tabla 24 Resultados de los estilos de aprendizaje en el test. Fuente: Elaboración propia.

5.3 Características observables

La unidad de análisis de observación, son los estudiantes de la asignatura en los diferentes grupos con que se cuenta, para la delimitación de la población no se someterá a todos los estudiantes a la misma didáctica, de esta manera vamos a conocer el efecto a partir de la aplicación de las estrategias tecnológicas en el que es favorecido el grupo al con el tratamiento y con las variables planteadas, manipulando estas para encontrar el balance dentro del método propuesto y con los instrumentos de medición que se configurarán y de acuerdo a la manipulación de las variables.

Los resultados se obtienen del análisis de la aplicación de los instrumentos a los grupos considerados para llevar a cabo el estudio nos proporcionan la información necesaria de las variables que se pretenden conocer, es necesario generalizar esta información sobre el total de elementos que conforman el total de la población de estudio.

5.4 Participantes en el estudio

Se consideraron dos grupos previamente establecidos antes del tratamiento, es decir que ya estaban formados y solo se nombraron quien representaría el grupo experimental y quien el grupo de control, de los cuales se obtuvieron datos cualitativos para transformarlos en resultados cuantitativos, para comparar entre ambos y conocer el efecto, de esta manera dar validez al cuasi experimento. Se consideraron aspectos y características generales tales como; ser estudiantes de la Facultad de Arquitectura, UNAM, la temporalidad: fueron estudiantes que cursaron el 2do semestre de la asignatura de geometría, algunos pertenecían y otros no al taller con el horario compatible en donde se impartió la asignatura en ambos turnos, se forman 2 grupos que se analizan por separado con diferentes características para llevar a cabo una contrastación de resultados.

5.4.1 Características del grupo experimental

- El tamaño de la muestra fue de 45 estudiantes
- Tuvieron una prueba diagnóstica para conocer el nivel de conocimientos
- Utilizaron estrategias tecnológicas
- Tuvieron información previa de los temas, mediante el aula invertida
- Hicieron uso de herramientas tecnologías digitales (software), o herramientas manuales
- Tuvieron un Postest al finalizar el curso
- Se les entregó el programa académico de trabajo PAT, para el acercamiento a los temas
- Se les dio la rúbrica de evaluación o lista de cotejo
- Se les aplicará una prueba final de habilidades y conocimientos

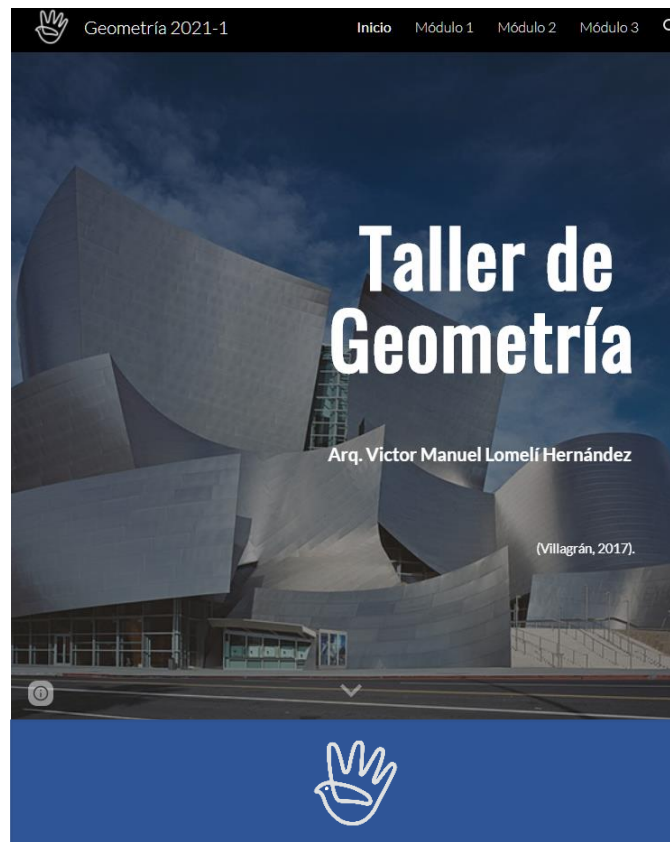


Figura 13 Grupo piloto o experimental dentro del entorno de aprendizaje (EVA). Fuente: Elaboración propia.

5.4.2 Características del grupo de control

- El tamaño de la muestra fue de 45 estudiantes
- Tuvieron una prueba diagnóstica para conocer el nivel de conocimientos
- No utilizaron estrategias tecnológicas
- Hicieron uso de herramientas tecnológicas digitales (software), o herramientas manuales
- Se les dio información previa de los temas
- Tuvieron un Postest al final del curso
- Se les entregó el programa académico de trabajo Pat, para el acercamiento a los temas
- Se les dio la rúbrica de evaluación o lista de cotejo
- Se les aplicó prueba final de habilidades y conocimientos

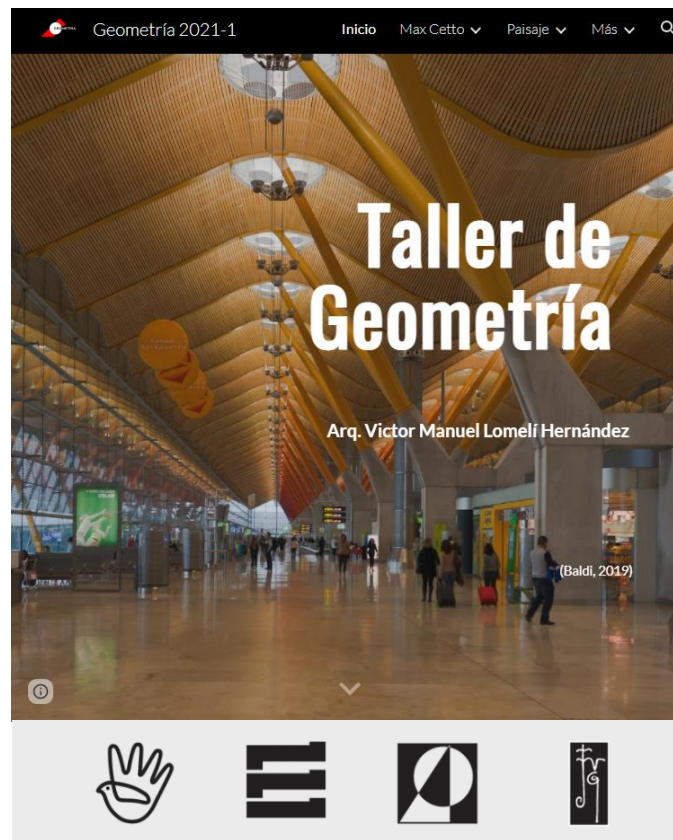


Figura 14 Grupo de control o comparación dentro del entorno de aprendizaje (EVA). Fuente: Elaboración propia.

Este grupo fue parte fundamental en el cuasi experimento, ya que permitió llevar a cabo la comparación o contrastación con el grupo piloto o experimental quien recibió el tratamiento.

5.5 Periodo del experimento.

La duración del tratamiento en el grupo piloto o experimental fue de 16 semanas, equivalente al periodo completo del semestre en ambos grupos, el piloto y el de control. Durante este periodo se llevó a cabo la evaluación del proceso mediante los instrumentos diseñados para conocer en qué medida las variables independientes identificadas promueven los resultados planteados en la hipótesis a las variables dependientes.

5.6 Instrumentos de medición

Se desarrollaron 3 instrumentos de evaluación para la aplicación en la investigación, se consideraron todas las variables de estudio para su medición, a continuación, se describen:

1. *Pretest y Postest* para la evaluación de habilidades, se utilizó con el objetivo de evaluar las medidas llevadas a cabo para conocer cuál es el grado de conocimiento de la asignatura de geometría, así como el que adquieren en el proceso de enseñanza y aprendizaje, esto se dio mediante un eje longitudinal, es decir durante el tiempo que duro el curso en la semana 1 como etapa diagnóstica y en la semana 15 como etapa final del curso, de esta manera llevar a cabo una contrastación de los resultados obtenidos en ambos grupos.

2. *Escala de Likert*, nos permitió conocer la evaluación de las actitudes en lo que se refiere a las variables independientes: las estrategias tecnológicas, es decir el tratamiento aplicado a nuestro grupo experimental. Este método hizo posible la obtención de datos sobre los sujetos, desde datos muy subjetivos hasta específicos y complejos, como actitudes, pero también puede ser usado para conocer otros aspectos como habilidades, preferencias y opiniones.

3. *Lista de cotejo*, se eligió para la evaluación de habilidades y conocimientos, los indicadores considerados a evaluar tuvieron una relación directa con los temas del curso.

Este instrumento permitió recopilar datos cuantitativos de manera rápida, siendo muy útil para clarificar todos los aspectos que se consideraron para llevar a cabo la medición del aprendizaje. (Sánchez y Martínez, 2020).

5.7 Evaluación de Habilidades y Conocimientos mediante Pretest y Postest

Para este tipo de estudio y de acuerdo con el método Cuasi experimental elegido, de donde se derivan como parte del diseño los instrumentos de medición, para lo cual es importante señalar que se incorporó la aplicación del Pretest en la etapa inicial del curso a ambos grupos que forman parte de la experimentación, esto nos permitió conocer el grado de conocimientos o ausencia de

los mismos para fines de control. Previo al término del curso se llevó a cabo la aplicación del Postest para evaluar los conocimientos y habilidades adquiridos durante el curso, de esta manera con la obtención de los datos se pudo llevar a cabo la comparación de los dos grupos.

El diseño del Pretest se realizó mediante ítems de conocimientos básicos de conceptos, identificación de componentes en polígonos regulares e irregulares, poliedros y de instrumentos auxiliares para la resolución de problemas de la asignatura de geometría que anteceden al curso.

Para el diseño del Postest se consideraron ítems más elaborados en relación a los temas abordados durante el curso, en donde se deja ver el grado de conocimientos y habilidades adquiridos por los estudiantes en ambos grupos con resultados muy significativos.

5.7.1 Instrumento para evaluación de Conocimientos en etapa diagnóstica: Pretest

Núm.	Ítems utilizados para medir el conocimiento previo de la asignatura
1	En geometría descriptiva ¿Qué es la formación del sistema?
2	¿Cómo se llama a cada uno de los planos de proyección que forman parte del sistema de una montea triplanar?
3	Son posiciones de una recta en el espacio, mediante el uso de la montea triplanar
4	De acuerdo a la oración: dónde existe paralelismo de una recta con la línea de tierra en cualquiera de sus planos ¿Qué sucede en el otro plano de proyección?
5	¿Como se define una frecuencia en cualquier polígono regular?
6	De acuerdo a la clasificación de poliedros ¿A qué familia pertenece la frecuencia 1 en el icosaedro?
7	En el estudio de las rectas en el espacio ¿Cuántas posiciones existen?
8	De acuerdo a la clasificación de poliedros ¿A qué familia de poliedros pertenece el cubo octaedro?
9	¿Qué es un ángulo diedro dentro de un poliedro?
10	¿Cuántas caras o polígonos regulares o irregulares tiene media esfera de la frecuencia 2 en el dodecaedro?
11	¿Qué tipo de polígonos regulares y cuantos lo conforman al icosaedro en frecuencia 1?
12	¿Cuál es el polígono regular que el radio del círculo que lo inscribe es igual a cualquiera de los lados que lo compone?

13	Es una proyección axonométrica con tres ángulos diferentes
14	Define si las caras o polígonos que componen a un cubo octaedro ¿son regulares o irregulares y de que tipo son?
15	¿Cuántos vértices, caras o polígonos regulares y aristas tiene el tetraedro?

Tabla 25 Instrumento de aplicación del Pretest para medir habilidades y conocimientos previos. Elaboración propia.

5.7.2 Instrumento para evaluación de Conocimientos en etapa final: Postest

Núm.	Ítems utilizados para medir conocimientos y habilidades adquiridos
1	¿Qué características tienen los poliedros de la familia de los sólidos platónicos?
2	¿Cuáles son los procedimientos utilizados para resolver problemáticas de verdadera forma y magnitud (VFM) de las cimbras que componen una envolvente?
3	¿Qué características tienen los poliedros de la familia de los sólidos arquimedianos?
4	¿Qué función tiene el uso de los rectángulos dinámicos armónicos derivados de la relación gráfica de geometría y su interacción con la matemática?
5	¿Qué establece un sistema de proporcionamiento?
6	¿Cuál es el objetivo de desarrollar geoméricamente la intersección de dos planos o dos cuerpos de generación paralela o de generación cónica en el espacio?
7	¿Cuáles son y para qué sirve el uso de los movimientos auxiliares?
8	En la intersección de un prisma vertical con una esfera, los cortes verticales realizados mediante las secantes ¿Cuál es la función de estas?
9	Es el lugar común que ocupan en el espacio que cortan entre si dos o más objetos
10	En una configuración geométrica, el uso de las frecuencias dentro de los polígonos regulares ¿Qué función tienen?
11	Se conocen como superficies tangenciales a la esfera
12	¿De qué manera podemos obtener los ángulos diedros de manera gráfica para su aplicación en una cúpula geodésica en frecuencia 3 (V-3)?
13	¿Cuál es la base para la obtención de la cúpula geodésica en frecuencia 3 (V-3)?
14	¿Cuántos y cuáles son los ángulos diedros clave que se requieren para el desarrollo geométrico de una cúpula geodésica en Frecuencia 3 (V-3)?
15	Superficie generada por una hipérbola que gira alrededor de uno de sus ejes

16	Superficie generada por una recta que se desplaza y se apoya en dos rectas cualquiera no coplanares y se mantiene paralela a un plano llamado director
17	¿Qué es una superficie de doble curvatura?
18	Superficies generadas por el movimiento de una generatriz curva, no contienen líneas rectas y por lo tanto no son desarrollables.
19	¿Qué es una superficie reglada alabeada?
20	Superficie generada por una recta, apoyada en tres círculos situados en planos paralelos cuyos centros se encuentran en un mismo eje recto perpendicular a ellos

Tabla 26 Instrumento de aplicación del Postest para medir habilidades y conocimientos previos. Elaboración propia

5.8 Evaluación de las Actitudes mediante la Escala de Likert

Diversas son las argumentaciones que manejan los docentes para implementar el uso de la escala de Likert en la evaluación educativa, (Fabila, Izquierdo y Minami, 2013), en lo que se refiere a la evaluación de actitudes hacia la asignatura por parte de los estudiantes.

Spooren, Mortelmans y Denekens (2007) argumentan que la selección de la escala de Likert, es debido a su facilidad de uso. Los resultados se pueden transformar en porcentajes, su susceptibilidad para realizar la prueba de confiabilidad se da mediante el uso del índice Alpha de Cronbach y la sencilla interpretación del método estadístico.

Se identifican tres tipos de operaciones básicas para la obtención de datos o respuestas dentro de la investigación utilizando la escala de Likert como son: acciones de observación, simulación e interrogatorio, este último es de los más utilizados en las ciencias sociales y humanas, donde el objeto de estudio lo constituyen los seres humanos, de quienes se obtendrá la información relacionada con el tema en cuestión para convertirlo en datos cuantitativos y llevarlos a realizar sus estadísticos.

La escala de Likert, de acuerdo con la clasificación de estos autores se puede ubicar como modalidad principal, el método interrogatorio que puede aplicarse con variadas técnicas: sesiones de grupo, encuestas, entrevistas, que se aplican en investigaciones de carácter cualitativo o cuantitativo, en diversas áreas como son: la sociología, la psicología, la educación, entre otros ámbitos de las ciencias sociales (Namakforoosh, 2000).

Para Fabila, Izquierdo y Minami, (2013), la medición en este modelo es aplicable directamente en algo concreto mediante el método de interrogación, pero dependerá de la característica a medir

y responde a un instrumento que presenta una sucesión de medidas de tal manera que se pueda organizar los resultados en un orden jerárquico. Por lo tanto, las escalas socio-métricas son las más útiles y aplicables para medir el grado en que se da una actitud o disposición de ánimo permanente llamadas escalas de actitud, en estas se reconocen por tres tipos de escalas de acuerdo a sus autores: Thurstone (diferenciales) Likert (sumativas o aditiva) y Guttman (acumulativa).

La estructura de estas escalas se conforma por ítems de los cuales la sumatoria de todas las respuestas es la puntuación de cada estudiante que nos dará como resultado la característica que se está midiendo. La escala de Likert es una escala aditiva que puede ser utilizada en un nivel ordinal, constituida por una serie de preguntas o ítems de los cuales se solicita que el estudiante emita la respuesta para ser tomada en cuenta dentro del instrumento.

El interrogatorio señala un grado de acuerdo o desacuerdo con cada ítem, proposición o afirmación relativa con lo que queremos conocer Cada respuesta tiene una posición favorable o desfavorable definida por un cierto puntaje que se convertirá en un porcentaje llevándolo a la parte que queremos medir” (Fabila, Izquierdo y Minami, 2013).

5.8.1 Características para construcción de los ítems de la Escala de Likert

Para dar inicio en esta etapa a la construcción de la escala, primero se debe identificar las variables que se quieren conocer para elaboración de los ítems, entendido como una frase o preposición que expresa una idea favorable o desfavorable con relación a lo que queremos conocer, siendo aquí lo importante el acumulado de los ítems que representan una gran cantidad de actitudes mediante respuestas de lo que se quiere medir, teniendo un balance hacia los extremos ya sean positivos o negativos, para que el instrumento sea consistente.

Namakforoosh (2000) propone que para la construcción de los ítems deben ser breves y en tiempo presente, expresar una sola idea, Hernández, Fernández y Baptista (2007), complementan y puntualizan que los ítems no deben exceder de 20 palabras, estos deben ser relevantes y elaborados de manera que permita aprobar o rechazar las actitudes.

Morales (2006) reconoce algunas normas que pueden apoyar durante el desarrollo de los ítems, de los cuales a continuación se en listan;

- Uso de expresiones sencillas y de fácil comprensión
- Evitar dobles negaciones
- No utilizar expresiones universales como siempre, nunca, nadie, etc.

- Evitar afirmaciones para no inducir a la respuesta
- Los ítems deben tener opiniones no hechos comprobables, cada opinión debe ser debatible, evitar preposiciones en las que todos estén de acuerdo.
- Es importante para la construcción de la escala que los ítems sean los necesarios para cubrir los extremos de las respuestas desfavorables hasta los favorables.
- Se debe considerar la que cada ítem proporciona información insuficiente pero necesaria para conocer la posición acerca de lo que queremos conocer.

Para las categorías de respuesta de los ítems pueden variar en su número y valor asignado, se utilizan en general cinco expresiones para cada ítem (Hernández, Fernández y Baptista, 2007; Namakforoosh, 2000; Méndez, 2007) aunque pueden ser entre dos y siete opciones de respuesta.

Por otro lado, existen otras consideraciones en el desarrollo de la escala de Likert:

- La elaboración de los ítems debe ser en forma de enunciado
- Proponer las opciones de respuesta, se recomienda opción múltiple
- Asignar puntajes a las opciones con valores entre 1 y 5
- Desarrollar una base o un banco de datos
- Calcular los puntajes totales de cada estudiante
- Calcular la frecuencia de cada elemento, es decir de cada respuesta
- Elaborar la gráfica de frecuencia de acuerdo a los resultados.
- Permite realizar los análisis necesarios para alcanzar los objetivos de la investigación
- Se deben realizar comparaciones de pruebas o evaluaciones anteriores para contrastar los resultados

Se desarrolló un banco de preguntas, cubriendo las variables independientes: las estrategias tecnológicas de los cuales se consideran solo 20 ítems (tabla 27), se discriminan Ítems repetitivos, se aplica para conocer las actitudes respecto de estas variables con relación a la asignatura. Se lleva a cabo la aplicación para conocer su comportamiento e ir configurando los ítems si es necesario.

5.8.2 Instrumento para evaluación de Actitudes: Escala de Likert

Núm.	Ítems utilizados para la variable: Estrategias tecnológicas	1	2	3	4	5
1	Las estrategias tecnológicas de la Educación 4.0 favorece el aprendizaje de la geometría aplicada en arquitectura					

2	La tecnología es un elemento importante para promover el aprendizaje de la geometría aplicada en arquitectura					
3	Las estrategias tecnológicas condicionan el aprendizaje de la geometría aplicada en la arquitectura					
4	El aula invertida es una estrategia tecnológica que hace más flexible y promueve el aprendizaje de la geometría					
5	La presentación de modelos virtuales en formato multimedia facilita la comprensión de la volumetría para su representación gráfica					
6	La presentación de información gráfica en códigos QR, facilita el desarrollo descriptivo del modelo de estudio					
7	La gamificación como estrategia promueve habilidades de la geometría aplicada en arquitectura					
8	Las estrategias tecnológicas promueven la destreza para materializar el objeto arquitectónico de manera eficaz					
9	Los recursos tecnológicos dentro del entorno virtual de aprendizaje permiten llevar un proceso del curso de manera eficaz					
10	La ausencia de estrategias tecnológicas en el proceso de enseñanza aprendizaje disminuye el rendimiento académico					
11	El uso del mobile learning permite interactuar con los recursos dentro del entorno virtual de aprendizaje de manera flexible					
12	La integración de las estrategias tecnológicas y los estilos de aprendizaje favorecen habilidades y conocimientos de la asignatura					
13	La gamificación promueve la interacción social de los estudiantes y fortalece el conocimiento en el proceso de enseñanza aprendizaje					
14	La narrativa multimedia como un recurso didáctico promueve conocimientos y habilidades de la geometría aplicada en arquitectura					
15	La ausencia de un entorno virtual de aprendizaje para anclar los recursos didácticos desfavorece las actitudes hacia la asignatura					
16	El aula invertida permite que el docente y el estudiante son una parte activa en el proceso de enseñanza y aprendizaje					

17	La gamificación favorece el proceso de enseñanza aprendizaje para promover interés en la asignatura y fortalecer conocimientos					
18	Las estrategias tecnológicas promueven actitudes hacia la asignatura dentro del proceso de enseñanza aprendizaje de la geometría					
19	El mobile learning favorece la gestión de contenidos debido a la motivación intrínseca de los estudiantes con el uso de esta tecnología					
20	El aula invertida permite acercar al estudiante a los temas del curso lo que favorece el conocimiento					

Tabla 27 Instrumento de aplicación en la Escala de Likert para medir actitudes. Elaboración propia.

5.8.3 Método para la aplicación de la Escala de Likert

La presentación de los ítems debe evitar el acomodo relativo a un tema, en este sentido se recomienda seleccionar cada aspecto a evaluar y hacer la combinación entre estos, alternando uno por cada aspecto, no utilizar la secuencia entre afirmativos y negativos, estas estrategias permiten que los resultados sean más confiables y que eviten la intuición de la respuesta de los estudiantes durante la aplicación del interrogatorio, de esta manera, tendrá una mayor consistencia el instrumento y por lo tanto será de muy buena confiabilidad.

Método de aplicación se detalla a continuación:

Etapas 1: Identificar de manera clara la variable

- Debemos conocer la característica a medir, en este caso se recomienda medir la actitud, las habilidades y conocimientos mediante una sucesión de medidas, conociendo las unidades, con la aplicación del método por interrogatorio, que marca un grado de acuerdo o desacuerdo con cada pregunta o ítem.

Etapas 2: Recopilar o elaborar los ítems

- Se generan y recopilan los ítems adecuados, deben ser muy claros, precisos y objetivos, que reflejen el fenómeno que se requiere conocer.
- Se recomienda que cada aspecto a evaluar sea independiente
- Cada ítem tiene un valor del 1 al 5 con el grado de acuerdo o desacuerdo
- Enlistar a los estudiantes a los que se realiza la prueba de manera vertical

Etapa 3: Organización de los ítems

- Organizar los ítems del instrumento de manera horizontal donde la sumatoria de las respuestas es la puntuación.
- Relacionar los ítems con los estudiantes para facilitar el manejo de los resultados y se puedan correlacionar.

Etapa 4: Obtención de los resultados

- Conocida como escala piloto se obtienen los resultados totales de cada estudiante, mediante la suma de cada una de las puntuaciones de los ítems, equivalente a las respuestas elegidas, se desarrolla eligiendo una muestra, distribuyendo los ítems para aplicar la escala final.

Etapa 5: Validez y fiabilidad

- Esta etapa permitirá conocer la validez y fiabilidad de la escala con base en el desarrollo de los ítems previamente aplicados, depende de estos el resultado, mediante el índice Alfa de Cronbach, estos son los valores paramétricos de acuerdo con algunos autores.

Muy baja	Baja	Moderado	Alta	Excelente
0.00 a 0.20	0.21 a 0.40	0.41 a 0.60	0.61 a 0.80	0.81 a 1.00

Tabla 28 Valores paramétricos de la fiabilidad del instrumento.

Etapa 6: Análisis factorial

- Este análisis nos permitirá identificar las dimensiones que están siendo medidos por los ítems de la escala, mediante la correlación de variables.

Confiabilidad y validez de la escala

De acuerdo a las etapas que anteceden, para dar validez a nuestra escala debemos construir la escala final, para ello requerimos formar una base con los ítems, para obtener esta base, y lo conseguimos de dos formas, por el método de consistencia interna o por el método de análisis de los ítems, cualquiera de estos dos métodos nos lleva a encontrar los ítems que clasifican a los estudiantes con una actitud muy alta o favorable, de los que tienen una actitud muy baja o desfavorable hacia nuestras variables de estudio.

Para aplicar el método de análisis o de consistencia interna, conocido como método de correlación ítems-test, se debe calcular la correlación de cada ítem con la suma de todos los demás,

de esta manera se establece la consistencia interna de los ítems, por lo tanto, conseguiremos conocer la fiabilidad de la escala. El índice Alfa de Cronbach facilitó la obtención de la consistencia interna de la escala, el intervalo de valor es entre 0 y 1, los valores cercanos a la unidad son aceptables, así tenemos certeza que es un instrumento consistente.

De acuerdo con las mediciones de los instrumentos y resultados obtenidos se revisa y se comparan, para conocer mediante los coeficientes en donde se encuentran conforme al parámetro que evalúa la escala que se diseñó para el estudio.

Las ecuaciones para calcular esta consistencia son dos:

1. Mediante la obtención de la varianza de los ítems y se obtiene al aplicar la ecuación:

$$\alpha = \left[\frac{k}{k-1} \right] \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_t^2} \right]$$

Los datos para esta ecuación son los siguientes:

S^2 = varianza del ítem i

S_t^2 = varianza de la suma de todos los ítems

k = número de preguntas o ítems

2. Mediante las correlaciones entre los ítems, que se obtiene con la siguiente ecuación:

$$\alpha = \frac{n_p}{1 + p(n-1)}$$

Los datos para esta ecuación son los siguientes:

n = número de ítems

p = promedio de las correlaciones lineales entre cada uno de los ítems.

Obteniendo los datos requeridos se aplica la etapa 5 con la aplicación de la ecuación del Índice Alfa de Cronbach. (tabla 29).

$\alpha = \left[\frac{k}{k-1} \right] \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_t^2} \right]$	α	Coeficiente de confiabilidad
	k	Número de ítems en el instrumento
	$\sum_{i=1}^k S_i^2$	Sumatoria de varianza de los ítems
	S_t^2	Varianza de la suma de los ítems

Tabla 29 Fórmula de aplicación de la etapa 5, el índice alfa de Cronbach. Fuente: Elaboración Propia.

En este estudio se utilizó esta ecuación para validar la consistencia de nuestra escala diseñada mediante el instrumento, se muestra más adelante en el apartado de resultados.

5.9 Evaluación de Habilidades y Conocimientos mediante Lista de Cotejo

Instrumento diseñado para la evaluación de conocimientos y habilidades dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje, se realizará mediante la lista de cotejo, este es de fácil construcción y se puede adecuar a distintos temas, con el uso de indicadores que se relacionan directamente con los contenidos temáticos. Este permite compilar información de manera cuantitativa sencilla y rápida, de tal manera que permite a los principales actores en este proceso a dejar una estructura clara con cada aspecto a evaluar para medir el aprendizaje. Se ponderan los indicadores divididos en 3 rubros de evaluación:

- Modelo de composición
- Desarrollo de planos del proyecto
- Materialización de la envolvente

González y Sosa (2020), señalan que es un instrumento muy útil para evaluar ejecuciones o procesos sencillos y complejos. Si se llega a combinar con otros instrumentos aporta información que permite evaluar de forma integral el aprendizaje de los estudiantes, permite identificar aspectos de error para definir acciones para mejorar. Algunos aspectos a considerar para el diseño de este instrumento de acuerdo con estos autores son:

- Relacionar acciones específicas y organizadas para valorar la presencia o ausencia de estas y asegurar su cumplimiento.
- Realizar una lista como recurso nemotécnico para no olvidar aspectos importantes
- Utilizar una escala de respuesta a cada aspecto a considerar para evaluar el logro de los estudiantes con objetividad.
- Definir el rumbo de acción de los estudiantes para mejorar el aprendizaje.
- Se debe tener precaución en la observación del proceso para no sesgar el instrumento.

5.9.1 Características para la construcción de la Lista de Cotejo

- Definir los objetivos de aprendizaje para conseguir lo que se va a evaluar
- Definir cada actividad a ejecutar de acuerdo con los rubros de la evaluación
- La evaluación que se llevará a cabo con la lista es de carácter formativo

- Se pondera cada actividad dentro de los indicadores a considerar en el instrumento
- Definir los rubros de la evaluación
- Organizar sistemáticamente actividades para cubrir y cumplir los objetivos
- Incluir datos generales del proyecto a ejecutar
- Describir de manera clara las instrucciones para generar las actividades a considerar
- Organizar la información en columnas que permitan su fácil lectura y comprensión
- Considerar un apartado para realizar observaciones con relación a la actividad

5.9.2 Instrumento para evaluación de Conocimientos: Lista de Cotejo

LISTA DE COTEJO PARA EVALUACIÓN DE PROYECTO FINAL							
Taller de geometría II							
Nombre del proyecto: Propuesta de envolvente o cubierta para un objeto arquitectónico							
Nombre del alumno:							
Fecha de entrega:							
Objetivo: El estudiante desarrollará una propuesta de envolvente para un objeto arquitectónico, con los conocimientos adquiridos durante el curso.							
Criterios de evaluación	E 1	B 0.8	S 0.6	D 0.5	NP 0	PO	Observaciones
Modelo de composición El estudiante desarrollará un plano de presentación en medidas 60 x 45 cm., contendrá la información gráfica y descriptiva de la envolvente arquitectónica propuesta, con los siguientes contenidos.							
Datos generales El estudiante presenta pie de plano que contenga nombre del alumno, nombre y número del ejercicio, nombre de la asignatura, nombre del estudiante, escala, fecha, nombre del profesor, nombre y escudo de la licenciatura. 0.5 puntos							
Descripción El estudiante describirá de manera escrita, (en 300 caracteres), su propuesta usando el lenguaje propio de la geometría, para entender su propuesta. 1.0 puntos							

<p>Configuración geométrica El estudiante evidenciará la construcción paso a paso de la configuración geométrica base de su proyecto, 4.0 puntos</p>							
<p>Solución de la cimbra El estudiante evidenciará mediante el uso de movimientos auxiliares el despiece de la envolvente para su materialización. 4.0 puntos</p>							
<p>Escena de la envolvente El estudiante desarrollará una escena interior o exterior que exprese lo habitable de la envolvente, considerando la ambientación para entender la escala y la relación espacial. 1.5 puntos</p>							
Total, Obtenido Modelo de Composición						11	
<p>Desarrollo de planos El estudiante desarrollará un plano de trazo en medidas 60 x 45 cm. contendrá la información gráfica y descriptiva de la envolvente propuesta mediante el uso de la monteá, con los siguientes contenidos.</p>							
<p>Datos generales El estudiante presenta pie de plano que contenga nombre del alumno, nombre y número del ejercicio, nombre de la asignatura, nombre del estudiante, escala, fecha, nombre del profesor, nombre y escudo de la licenciatura. 0.5 puntos</p>							
<p>Trazo El estudiante mediante el uso de la monteá biplanar o triplanar representará la envolvente propuesta, identificando la visibilidad y calidad de línea, (espesores de línea de acuerdo a su profundidad en cualquiera de sus planos de proyección) líneas de proyección, línea de tierra con sus guiones y</p>							

<p>espesores de acuerdo con las jerarquías de cada elemento.</p> <p style="text-align: right;">3.0 puntos</p>							
<p>Contenido</p> <p>El estudiante presenta de cada elemento, el dimensionamiento de la envolvente propuesta, nomenclatura completa y nombre de los planos de proyección o vistas de su proyecto.</p> <p style="text-align: right;">1.0 puntos</p>							
Total, Obtenido Planos						4.5	
<p>Materialización</p> <p>El estudiante construirá con materiales de su preferencia, la volumetría de su envolvente propuesta para su entendimiento.</p>							
<p>Datos generales</p> <p>El estudiante presenta pie de maqueta que contenga nombre del alumno, nombre y número del ejercicio, nombre de la asignatura, nombre del estudiante, escala, fecha, nombre del profesor, nombre y escudo de la licenciatura, presentado en una base.</p> <p style="text-align: right;">0.5 puntos</p>							
<p>Ejecución</p> <p>El estudiante presenta limpieza en el trazo, en el corte y en el pegado de cada plano de su objeto volumétrico.</p> <p style="text-align: right;">3.0 puntos</p>							
<p>Contenido:</p> <p>El estudiante explora alternativas diferentes para la solución de su modelo teniendo en cuenta la escala humana y ambientación como factor para entender la espacialidad.</p> <p style="text-align: right;">1.0 puntos</p>							
Total, Obtenido Maqueta						4.5	
Total, Obtenido						20	

Tabla 30 Instrumento de evaluación de habilidades y conocimientos: Lista de cotejo. Fuente Elaboración propia.

VI. Resultados

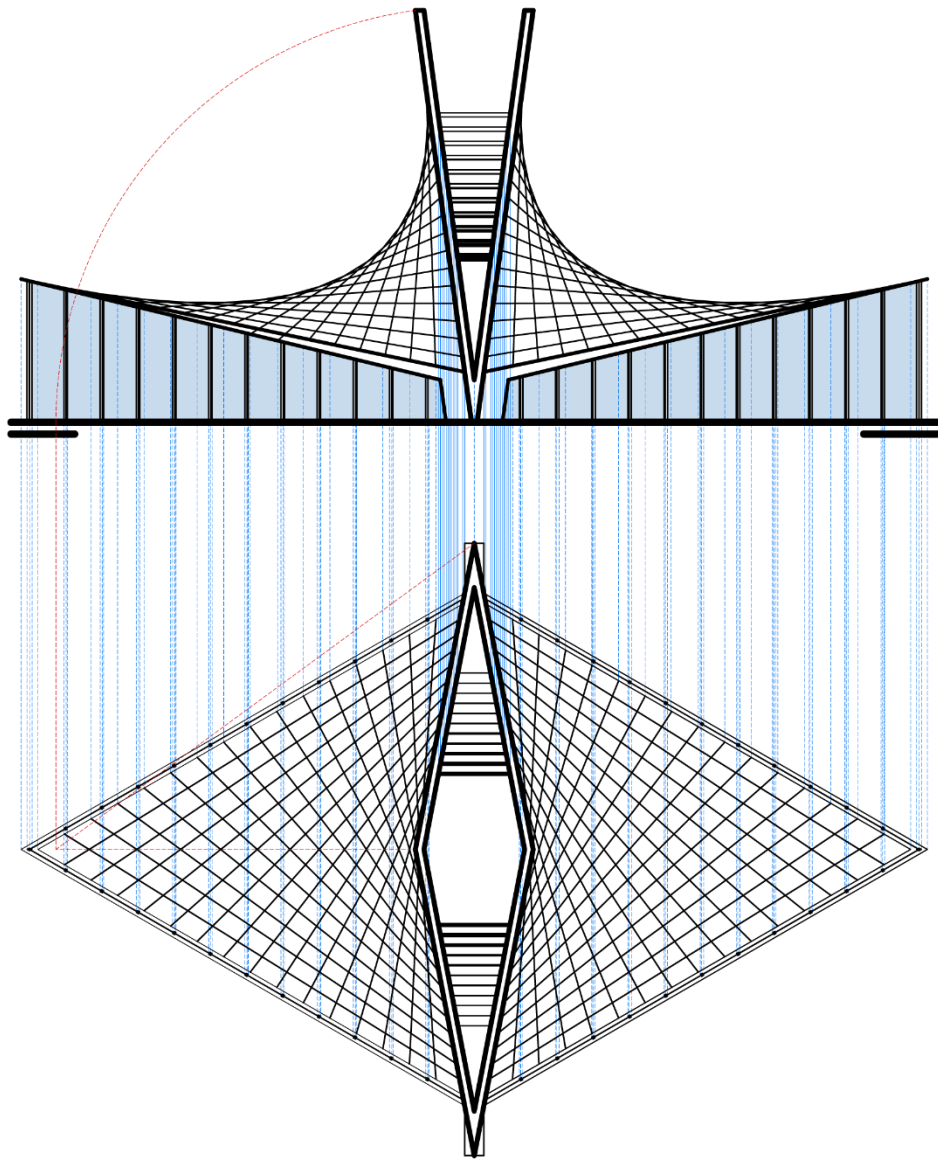


Figura 15 Taller de Geometría II. Actividad: Interpretación de la configuración geométrica de la obra: Parroquia de San José Obrero, de Félix Candela. Tomado de Lomeli (2017).

VI. Resultados

6.1 Resultados de la aplicación Pretest y Postest para medir Conocimientos

Los resultados obtenidos de la aplicación de los instrumentos del Pretest y del Postest en la semana 1 y 15 respectivamente, se puede observar la inferencia causal provocada por el tratamiento, es decir la variable independiente. Esto se realizó con la obtención de las medias de los resultados de manera individual y sumada en ambos grupos. Al inicio parten casi con el mismo nivel de conocimientos con una diferencia que no es significativa, sin embargo, es un promedio muy bajo en lo que se refiere a los conocimientos y habilidades que deben tener acerca de la asignatura, pero al término del proceso existe un cambio positivo en ambos grupos de manera ascendente, van en la misma dirección, pero a un ritmo diferente, lo que favorece significativamente en el proceso de enseñanza y aprendizaje al grupo experimental.

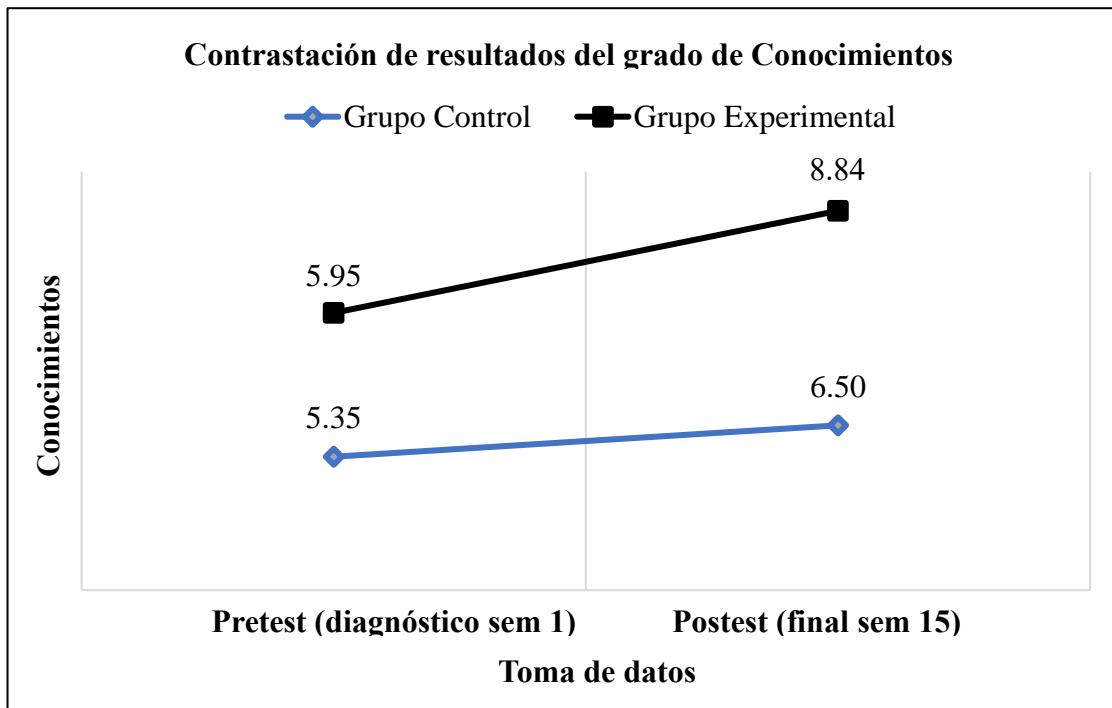


Figura 16 Contrastación de resultados de la evaluación del grado de conocimientos (escala del 0 al 10). Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, se establece que el uso de las estrategias tecnológicas en el grupo experimental han sido un elemento importante que favorece los conocimientos y habilidades en los estudiantes.

Para la comparación de los resultados que se obtuvieron de ambos grupos como se muestra en la Figura 16, se realizó mediante el diseño de un instrumento de apoyo para facilitar su lectura y a continuación se detalla (ver Tabla 31).

Instrumento de comparación de los resultados para el Pretest y el Postest				
Grupo	Variable Independiente	Variable Dependiente		
		Pretest	Postest	
Experimental	X ₁	T ₁	T ₃	
Control		T ₂	T ₄	

Tabla 31 Instrumento de comparación del Pretest y el Postest en ambos grupos. Fuente: Elaboración propia.

Con la finalidad de conocer si las diferencias en conocimientos entre el grupo de control y el grupo experimental en el Pretest y el Postest son significativas, se realizó un análisis mediante la prueba t de Student para muestras independientes de dos colas, por el número de participantes en los grupos analizados corresponde el uso de la prueba de Shapiro-Wilk. A través de esta prueba se comparó el efecto que producen las estrategias tecnológicas como son: el aula invertida, el mobile learning, la narrativa media, la gamificación, el markerspaces y el uso de códigos de la educación inmersiva para favorecer el conocimiento de la geometría en arquitectura.

Los resultados indican que el grupo experimental, es estadísticamente diferente al grupo control, esta comparación fue $T_1 = 5.95$, $T_2 = 5.35$, para el Pretest y $T_3 = 8.84$, $T_4 = 6.50$ para el Postest, ver Gráfica 1. Se obtuvo el p-valor= 0.000; $p < 0.05$, lo que significa que los grupos fueron considerados diferentes, (ver Tabla 33).

Prueba t

Estadísticos de grupo					
	Grupo	N	Media	Desviación tip.	Error tip. de la media
Conocimientos	Experimental	45	88.44	8.17	1.219
	Control	45	65.00	13.652	2.035

Tabla 32 Estadístico de grupos, prueba t para evaluación de conocimientos. Fuente: Elaboración propia.

Prueba de muestras independientes										
	Prueba de Levene para igualdad de varianzas				Prueba t para la igualdad de medias					
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% de intervalo de confianza para la diferencia		
								Inferior	Superior	
Se han asumido varianzas iguales	4.207	.043	9.883	88	.000	23.444	2.372	18.730	28.158	
No se asumen varianzas iguales			9.883	71.966	.000	23.444	2.372	18.716	28.173	

Tabla 33 Prueba de muestras independientes de evaluación de conocimientos. Fuente: Elaboración propia.

Análisis Estadístico Descriptivo de los grupos

Resumen del procesamiento de los casos							
Grupo		Casos					
		Válidos		Perdidos		Total	
		N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Conocimientos	Experimental	45	100.0%	0	0.0%	45	100.0%
	Control	45	100.0%	0	0.0%	45	100.0%

Tabla 34 Procesamiento de los casos de evaluación de conocimientos. Fuente: Elaboración propia.

Prueba de normalidad							
Grupo		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Conocimientos	Experimental	.159	45	.006	.922	45	.005
	Control	.144	45	.019	.951	45	.056

Tabla 35 Prueba de normalidad. Fuente: Elaboración Propia.

a. Corrección de la significación de Lilliefors.

Descriptivos						
Grupo			Estadístico	Error típ.		
Conocimientos	Experim.	Media	88.44	1.219		
		Intervalo de confianza	Límite inferior	85.99		
		Para la media al 95%	Límite superior	90.90		
		Media recortada al 5%		88.83		
		Mediana		90.00		
		Varianza		66.843		
		Desv. Típ.		8.176		
		Mínimo		70		
		Máximo		100		
		Rango		30		
		Amplitud intercuartil		10		
		Asimetría		-.483	.354	
		Curtosis		-.058	.695	
		Conocimientos	Control	Media	65.00	2.035
				Intervalo de confianza	Límite inferior	60.90
Para la media al 95%	Límite superior			69.10		
Media recortada al 5%				64.51		
Mediana				65.00		
Varianza				186.364		
Desv. Típ.				13.652		
Mínimo				40		
Máximo				100		
Rango				60		
Amplitud intercuartil				10		
Asimetría				.484	.354	
Curtosis				.757	.695	

Tabla 36 Resultados descriptivos de Pretest y Postest para evaluación de conocimientos. Fuente: Elaboración propia.

6.2 Resultados de la aplicación de la Escala de Likert para medir Actitudes

El instrumento de medición de las actitudes se aplicó en un inicio en la semana 8 es decir a la mitad del curso, con el objetivo que el grupo experimental tuviera la experiencia de trabajar con las estrategias tecnológicas, así como con el entorno virtual de aprendizaje. Es importante señalar que el grupo de control solo tuvo acceso a los recursos y actividades de un curso tradicional, sin embargo, tuvieron acceso al entorno virtual de aprendizaje, este último solo para subir trabajos derivados de las actividades solicitadas y obtener el programa académico de trabajo, de este modo promover un aprendizaje independiente y también tener acercamiento a los temas del curso, de tal manera que se les facilite el curso, sin embargo la prueba aplicada fue mediante investigación.

En este sentido se consideró una segunda aplicación en la semana 14 con el propósito de llevar a cabo una segunda medición en donde se pudo contrastar las variables independientes.

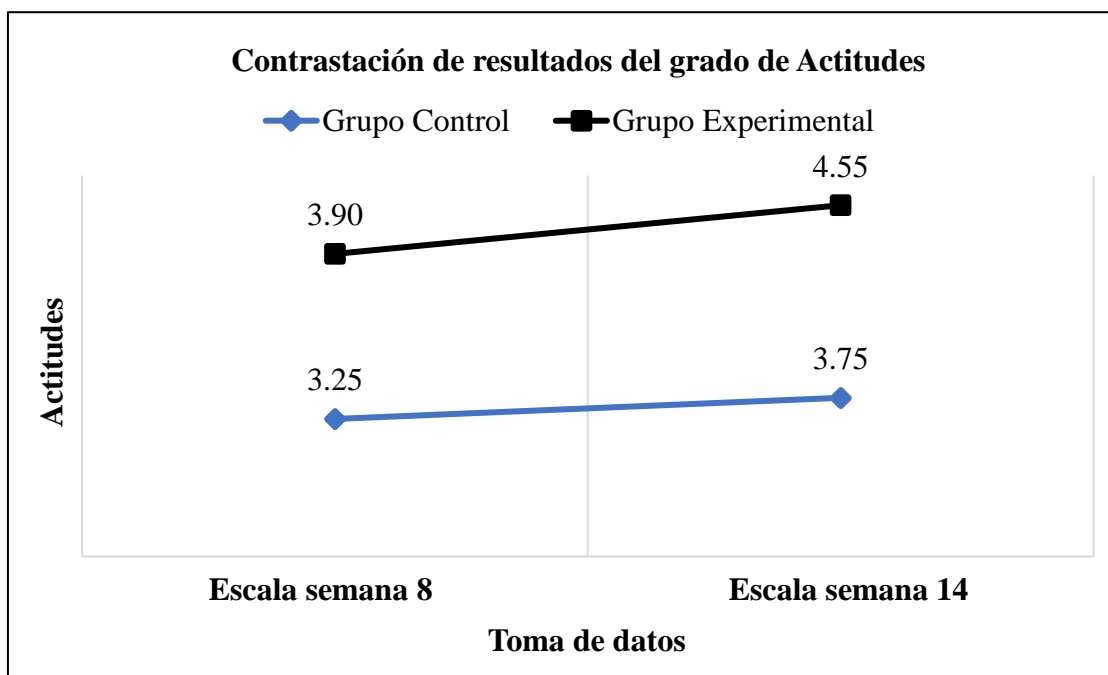


Figura 17 Contrastación de resultados del grado de actitudes (escala de 1 a 5). Fuente: Elaboración propia.

6.2.1 Aplicación y validación de Instrumento de medición actitudinal

De acuerdo con el método propuesto, se tomaron las primeras 4 etapas del mismo, que se aplicó al grupo experimental, se muestra a continuación:

Etapas 1: Identificar la variable

Etapas 2: Recopilar o elaborar los ítems

Etapa 3: Organizar de los ítems

Etapa 4: Obtención de los resultados

La obtención de los resultados de las etapas 1 a la 4 nos permitió conocer los siguientes conceptos, que se aplicaron mediante el Índice alfa de Cronbach en la etapa 5, para conocer validez y fiabilidad:

- La sumatoria de la varianza de cada ítem
- La varianza de la sumatoria de todos los ítems

Etapa 5: Validez y Fiabilidad

$\alpha = \left[\frac{k}{k-1} \right] \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_t^2} \right]$	α	Coeficiente de confiabilidad	0.76118
	k	Número de ítems	20
	$\sum_{i=1}^k S_i^2$	Sumatoria de varianza de ítems	17.9172
	S_t^2	Varianza de la suma de los ítems	92.9231

Tabla 37 Aplicación del Índice Alfa de Cronbach. Para obtener el índice de confiabilidad Fuente: Elaboración propia

Obtenemos el coeficiente de confiabilidad y validez, es decir el **índice de consistencia interna de la escala** de nuestras variables y su comportamiento en el instrumento, este valor es del 0.76, que se encuentra en el parámetro de alta confiabilidad del instrumento, de acuerdo con los autores lo cual nos acerca a los objetivos.

Muy baja	Baja	Moderado	Alta	Excelente
0.00 a 0.20	0.21 a 0.40	0.41 a 0.60	0.61 a 0.80	0.81 a 1.00

Tabla 38 Resultado del coeficiente de confiabilidad del instrumento. Fuente: Elaboración Propia

Etapa 6: Análisis factorial mediante la correlación de variables.

Aplicada la prueba del índice Alfa de Cronbach, la validación del instrumento se termina con la aplicación de un análisis factorial, esta última es una técnica de reducción de datos, nos ayudará a identificar grupos homogéneos de variables a partir de un grupo de datos, identificando dimensiones o factores que sean medidos por los ítems de la escala.

Se consideran dos tipos de análisis factoriales, el primero es el exploratorio cuando no se han identificado los factores presentes dentro de la escala, y el segundo es confirmatorio cuando ya se

tienen los factores a medir para su aplicación.

Se utilizó el programa estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences), permitió obtener la consistencia interna de la escala del instrumento, pero también identificó las variables o ítems y su comportamiento, es decir aumento o disminución en la consistencia interna. Este procedimiento permitió obtener un nuevo coeficiente que fue de 0.85 lo que nos ubica el instrumento con una consistencia más favorable.

Muy baja	Baja	Moderado	Alta	Excelente
0.00 a 0.20	0.21 a 0.40	0.41 a 0.60	0.61 a 0.80	0.81 a 1.00

Tabla 39 Resultado del coeficiente de confiabilidad después del análisis factorial. Fuente: Elaboración Propia

Con la finalidad de conocer, si las diferencias en actitudes entre el grupo de control y el grupo experimental medido con una escala de Likert son significativas, se realizó un análisis mediante la prueba t de Student para muestras independientes de dos colas, por el número de participantes en los grupos analizados corresponde el uso de la prueba de Shapiro-Wilk. A través de esta prueba se comparó el efecto que producen las estrategias tecnológicas como son: el aula invertida, el mobile learning, la narrativa media, la gamificación, el markerspaces y el uso de códigos de la educación inmersiva para favorecer el conocimiento de la geometría en arquitectura.

Los resultados indican que el grupo experimental, es estadísticamente diferente al grupo control, esta comparación fue $T_1 = 3.90$, $T_2 = 3.35$, para el Pretest y $T_3 = 4.55$, $T_4 = 3.75$ para el Postest, ver Figura 17. Se obtuvo el p-valor= 0.000; $p < 0.05$, lo que significa que los grupos fueron considerados diferentes, (ver Tabla 41).

Prueba t

		Estadísticos de grupo			
	Grupo	N	Media	Desviación tip.	Error tip. de la media
Actitudes	Experimental	45	4.5507	.12667	.01888
	Control	45	3.7502	.38128	.05684

Tabla 40 Estadístico de grupos para prueba t para evaluación de Actitudes. Fuente: Elaboración propia.

Prueba de muestras independientes									
	Prueba de Levene para igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% de intervalo de confianza para la diferencia	
								Inferior	Superior
Se han asumido varianzas iguales	29.427	.000	13.365	88	.000	.080044	.05989	.68142	.91947
No se han asumido varianzas iguales			13.365	53.594	.000	.080044	.05989	.68035	.92054

Tabla 41 Tabla pivote de prueba de muestras independientes de evaluación de Actitudes. Fuente: Elaboración propia. $P\text{-valor}=0.000$; $P<0.05$

Análisis Estadístico Descriptivo de los grupos

Resumen del procesamiento de los casos							
Grupo		Casos					
		Válidos		Perdidos		Total	
		N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Actitudes	Experimental	45	100.0%	0	0.0%	45	100.0%
	Control	45	100.0%	0	0.0%	45	100.0%

Tabla 42 Procesamiento de los casos de evaluación de Actitudes. Fuente: Elaboración propia.

Pruebas de normalidad							
Grupo		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Actitudes	Experimental	.108	45	.200*	.966	45	.213
	Control	.218	45	.000	.864	45	.000

Tabla 43 Prueba de normalidad. Fuente: Elaboración Propia.

*. Este es un límite inferior de la significación verdadera

a. Corrección de la significación de Lilliefors.

Descriptivos							
	Grupo			Estadístico	Error típ.		
Actitudes	Experimental	Media		4.5507	.01888		
		Intervalo de confianza	Límite inferior	4.5126			
		Para la media al 95%	Límite superior	4.5887			
		Media recortada al 5%		4.5514			
		Mediana		4.5300			
		Varianza		.016			
		Desv. Típ.		.12666			
		Mínimo		4.31			
		Máximo		4.84			
		Rango		.53			
		Amplitud intercuartil		.19			
		Asimetría		-.081	.354		
		Curtosis		-.464	.695		
		Actitudes	Control	Media		3.7502	.052684
				Intervalo de confianza	Límite inferior	3.6357	
Para la media al 95%	Límite superior			3.8648			
Media recortada al 5%				3.7510			
Mediana				3.9100			
Varianza				.145			
Desv. Típ.				.38128			
Mínimo				3.02			
Máximo				4.53			
Rango				1.51			
Amplitud intercuartil				.48			
Asimetría				-.665	.354		
Curtosis				.215	.695		

Tabla 44 Resultados descriptivos de la evaluación de Actitudes. Fuente: Elaboración propia.

6.3 Resultados de la aplicación de la Lista de Cotejo para medir Habilidades

La aplicación del instrumento de la lista de cotejo para medir las habilidades y conocimientos se realizó en dos tiempos, se plantearon 2 ejercicios desde inicio de curso, con el propósito de acercar al estudiante durante el primer periodo de 11 semanas a conceptos y herramientas básicas pero importantes para aplicar a sus proyectos de la asignatura de geometría, estos se realizaron en la semana 12 y en la semana 16 respectivamente. Se considero que en el último ejercicio participarán los estudiantes en la coevaluación del proyecto final, con el objetivo de observar cada uno de los elementos considerados en el instrumento, de esta manera darse cuenta del proceso en el que se vieron inmersos en el curso.

Los resultados de la gráfica 3 se obtuvieron a partir de la obtención de la media de los promedios del instrumento, se aprecia la diferencia significativa en los 2 grupos estos favorecen al grupo experimental. Por lo tanto, las estrategias tecnológicas utilizadas para estos ejercicios son fundamentales debido a que en este proceso se miden las habilidades y conocimientos llevados hacia una práctica kinestésica, por lo que el estudiante denota una motivación durante las fases en el proceso, desde la ideación, desarrollo y hasta llegar a la materialización de su proyecto.

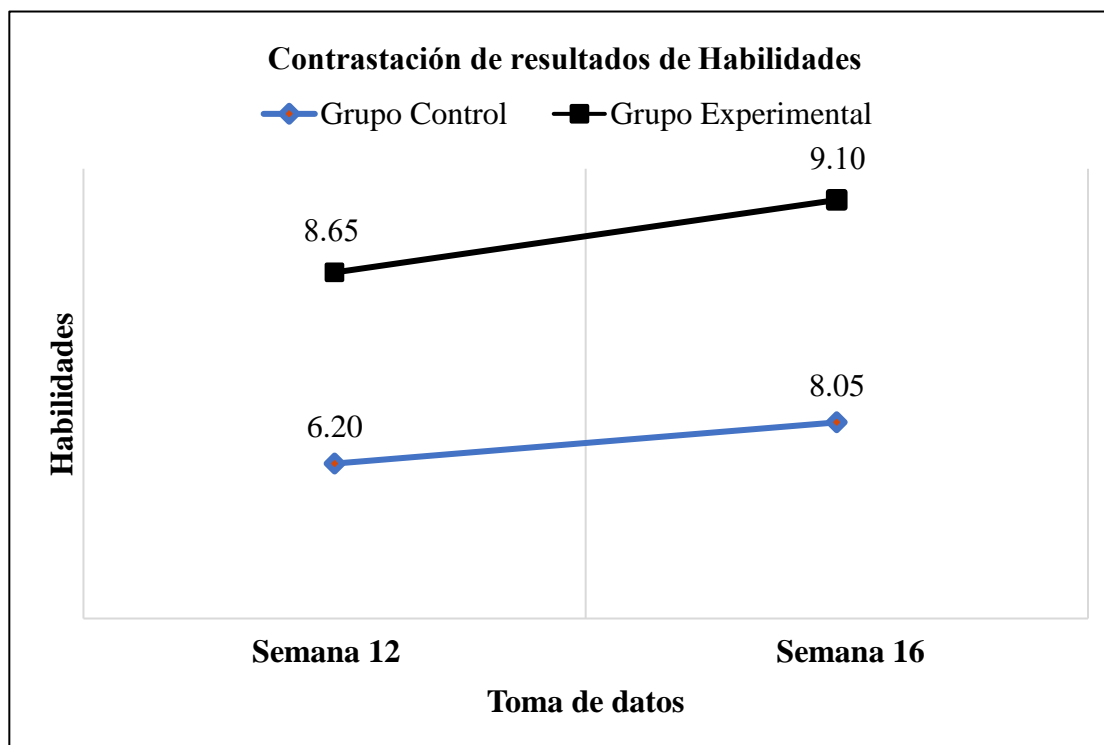


Figura 18 Contrastación de resultados de la evaluación del grado de habilidades (escala de 0 a 10).
Fuente: Elaboración propia.

Para la comparación de los resultados que se obtuvieron de ambos grupos, como se muestra en la Figura 18, se realizó mediante el diseño de un instrumento de apoyo para facilitar su lectura, se detalla en la Tabla 45.

Instrumento de comparación de resultados de la Lista de Cotejo.			
Grupo	Indicadores	Prueba 1	Prueba 2
Experimental	Modelo de composición	X1	X7
	Desarrollo de planos	X2	X8
	Volumetría, materialización	X3	X9
Control	Modelo de composición	X4	X10
	Desarrollo de planos	X5	X11
	Volumetría, materialización	X6	X12

Tabla 45 Instrumento de comparación de las pruebas de Habilidades. Fuente: Elaboración propia

Con la finalidad de conocer, si las diferencias en habilidades entre el grupo de control y el grupo experimental medido con una lista de cotejo son significativas, se realizó un análisis mediante la prueba t de Student para muestras independientes de dos colas, por el número de participantes en los grupos analizados corresponde el uso de la prueba de Shapiro-Wilk. A través de esta prueba se comparó el efecto que producen las estrategias tecnológicas como son: el aula invertida, el mobile learning, la narrativa media, la gamificación, el markerspaces y el uso de códigos de la educación inmersiva para favorecer el conocimiento de la geometría en arquitectura.

Los resultados indican que el grupo experimental, es estadísticamente diferente al grupo control (está comparación fue $T_1 = 8.65$, $T_2 = 6.20$, para el Pretest y $T_3 = 9.10$, $T_4 = 8.05$ para el Postest, ver gráfica 3. Se obtuvo fue de $p\text{-valor} = 0.000$; $p < 0.05$, lo que significa que los grupos fueron considerados diferentes, ver Tabla 47).

Prueba t

		Estadísticos de grupo			
	Grupo	N	Media	Desviación tip.	Error tip. de la media
Habilidades	Experimental	45	91.00	5.992	.893
	Control	45	76.00	10.202	1.521

Tabla 46 Estadístico de grupos para prueba t para evaluación de Habilidades. Fuente: Elaboración propia.

Pruebas de muestras independientes										
	Prueba de Levene para igualdad de varianzas				Prueba T para la igualdad de medias					
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% de intervalo de confianza para la diferencia		
								Inferior	Superior	
Se han asumido varianzas iguales	8.185	.005	8.504	88	.000	15.00	1.764	11.495	18.505	
No se asumen varianzas iguales			8.504	71.129	.000	15.00	1.764	11.483	18.517	

Tabla 47 Prueba de muestras independientes de evaluación de Habilidades. Fuente: Elaboración propia. $P\text{-valor}=0.000$; $P<0.05$

Análisis Estadístico Descriptivo de los grupos

Resumen del procesamiento de los casos							
Grupo		Casos					
		Válidos		Perdidos		Total	
		N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Habilidades	Experimental	45	100.0%	0	0.0%	45	100.0%
	Control	45	100.0%	0	0.0%	45	100.0%

Tabla 48 Procesamiento de los casos de evaluación de Habilidades. Fuente: Elaboración propia.

Pruebas de normalidad							
Grupo		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Habilidades	Experimental	.188	45	.000	.892	45	.001
	Control	.148	45	.015	.948	45	.044

Tabla 49 Prueba de normalidad. Fuente: Elaboración Propia.
a. Corrección de la significación de Lilliefors.

Descriptivos						
Grupo			Estadístico	Error típ.		
Habilidades	Experimental	Media	91.00	.893		
		Intervalo de confianza	Límite inferior	89.20		
		Para la media al 95%	Límite superior	92.80		
		Media recortada al 5%		91.08		
		Mediana		90.00		
		Varianza		35.909		
		Desv. Típ.		5.992		
		Mínimo		80		
		Máximo		100		
		Rango		20		
		Amplitud intercuartil		10		
		Asimetría		.176	.354	
		Curtosis		-1.050	.695	
		Habilidades	Control	Media	76.00	1.521
				Intervalo de confianza	Límite inferior	72.93
Para la media al 95%	Límite superior			79.07		
Media recortada al 5%				75.62		
Mediana				75.00		
Varianza				104.091		
Desv. Típ.				10.202		
Mínimo				60		
Máximo				100		
Rango				40		
Amplitud intercuartil				10		
Asimetría				.338	.354	
Curtosis				-.138	.695	

Tabla 50 Resultados descriptivos del Pretest y el Postest. Fuente: Elaboración propia.

6.4 Contrastación de las variables dependientes

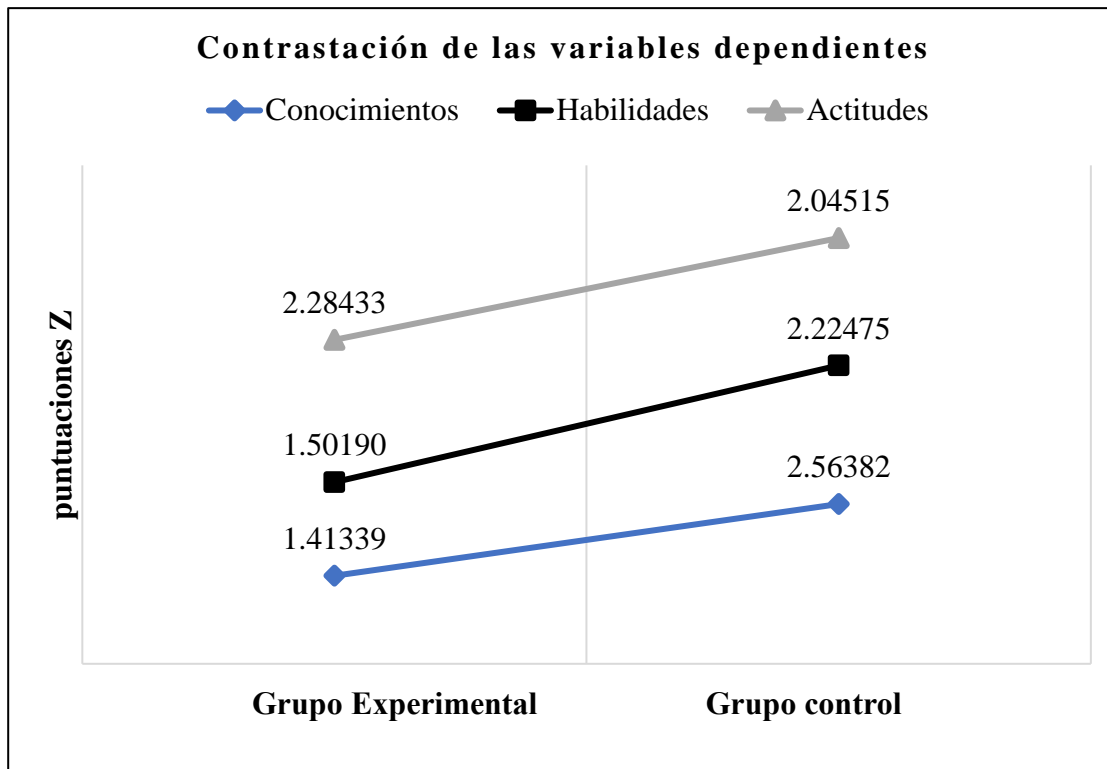


Figura 19 Comparación de las variables de estudio mediante las puntuaciones Z para el manejo de la misma escala. Fuente Elaboración Propia.

Con el objetivo de apreciar en un mismo gráfico las diferencias en conocimientos, habilidades y actitudes entre el grupo experimental y el grupo de control, se obtuvieron las puntuaciones Z (ver Tabla 51) de estas tres variables (ya que poseen diferentes intervalos de medición), en la Figura 19 se aprecia esta comparación incluyendo en el eje de las Y, el valor máximo para cada variable.

Puntuación Z

Variables	Estadísticos descriptivos				
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. tip.
Conocimientos Grupo Experimental	45	-2.25598	1.41339	0.00000	1.00000
Habilidades Grupo Experimental	45	-1.83565	1.50190	0.00000	1.00000

Actitudes	45	-1.90010	2.28433	0.00000	1.00000
Grupo Experimental					
Conocimientos	45	-1.83130	2.56382	0.00000	1.00000
Grupo Control					
Habilidades	45	-1.20772	2.22475	0.00000	1.00000
Grupo Control					
Actitudes	45	-1.91518	2.04515	0.00000	1.00000
Grupo Control					
N Valido (según lista)	45				

Tabla 51 Puntuación Z de las variables independientes en ambos grupos. Fuente: Elaboración Propia.

Discusión

Primeramente, el objetivo principal de esta investigación es conocer en qué medida las estrategias tecnológicas derivadas de la Educación 4.0, como son: el aula invertida, el mobile learning, la narrativa media, la gamificación, y el uso de códigos, favorecen los conocimientos, habilidades y actitudes en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la geometría para su aplicación en la arquitectura.

El método utilizado en el estudio, fue mediante un diseño cuasiexperimental con 90 participantes en dos grupos de la asignatura de geometría, situados en la etapa básica (1er. Año) dentro del contexto de la Facultad de Arquitectura, UNAM. Estos grupos ya se encontraban formados, por lo que solo se asignó al que representa el grupo experimental o de tratamiento y al grupo de control, este último para realizar la comparación entre ambos.

Los resultados obtenidos (mediante instrumentos de medición diseñados y utilizados como: Pretest, Postest, Escala de Likert y Lista de cotejo) son consistentes, muestran que los estudiantes del grupo experimental son favorecidos con las estrategias didácticas con base en el uso de la tecnología, en comparación con el grupo de control quien no tuvo la oportunidad de trabajar con estas estrategias. Por lo tanto, se sustenta la hipótesis de trabajo, que plantea que el uso de las estrategias tecnológicas derivadas de la Educación 4.0 favorecen el aprendizaje, lo que marca una diferencia importante. Por consiguiente, se establece que “la transformación digital de la educación es un proceso imparable de gran impacto e irreversible, en donde el uso de la tecnología actúa como un catalizador clave dentro del proceso de transformación digital de la educación” (Pérez, Rivera y Hernández, 2020). En este sentido, se considera que esta nueva revolución tecnológica [...], transforma la forma en que vivimos, trabajamos y en cómo nos relacionamos, [...] y, por lo tanto, es diferente a todo lo que la humanidad ha experimentado (Bañuelos, 2020).

Por esta razón, después de realizar el cuasiexperimento se establece al uso de la tecnología como elemento fundamental en este conjunto de estrategias didácticas, además se reforzó con fundamentos teóricos y pedagógicos como lo es el constructivismo que surgió como una corriente epistemológica preocupada por discernir problemas en la adquisición del conocimiento (Díaz Barriga y Hernández, 2010). Esto sin duda provocó interés en el estudiante para involucrarse en las actividades académicas derivadas del contenido temático de la asignatura, debido a que se integró en el grupo experimental y de acuerdo a los resultados favoreció notablemente en la adquisición de conocimientos, habilidades y actitudes de la asignatura en cuestión.

Una de las variables que se evalúa son los conocimientos, en el cual se realiza una prueba diagnóstica y solo nos muestra el nivel de conocimientos con el que llegan, esta solo nos ayuda como referencia de comparación, el resultado es bajo, sin embargo durante el proceso, el grupo experimental nos muestra que es favorecido con un incremento del 26.47% debido al uso de las estrategias tecnológicas como parte del tratamiento, por lo tanto es este porcentaje indica que el efecto que se produce es significativo respecto del grupo de control. (Estas mediciones se obtienen de las medias comparativas del Pretest y el Postest en ambos grupos durante el proceso del curso).

Por otra parte, lo relacionado a la variable de las actitudes nos muestra también una diferencia de comparación de medias a favor del grupo experimental, existe un incremento del 17.58% en favor del uso de las estrategias tecnológicas comparado con el curso tradicional llevado por el grupo de control, es decir, las estrategias planteadas facilitan el proceso de aprendizaje ya que promueve las actitudes dando como resultado que tengan un aprendizaje significativo. El instrumento que se emplea es una Escala de Likert diseñada con ítems que nos permiten evaluar las variables de estudio, se valida la consistencia de la escala del instrumento mediante el índice alfa de Cronbach y el coeficiente que se obtiene es de 0.85, esto permite establecer que el instrumento o la escala utilizada es confiable, de acuerdo con Fabila, Izquierdo y Minami (2013), el coeficiente de alta confiabilidad debe estar entre 0.60 y 0.80, del mismo modo para Nunnally y Bernstein (1994), 0.70 es adecuado y el mínimo aceptable, Huh, y Reid (2006) mencionan que este valor debe oscilar entre 0.70 y 0.80.

Por otro lado, lo que corresponde a la variable de las habilidades, se evalúa en dos momentos mediante el instrumento de lista de cotejo (con indicadores específicos), los resultados indican que el grupo experimental es favorecido en un 19.76% por arriba del grupo de control, esto es, por lo que representa el uso de las estrategias tecnológicas y la flexibilidad del entorno virtual de aprendizaje de la propuesta, que permite consultar y analizar los conceptos de aplicación a los proyectos finales en todo momento.

En las 3 variables que se evaluaron, el grupo experimental obtuvo mejores resultados. En este sentido los resultados de este estudio indican que el uso de las estrategias tecnológicas propuestas es un factor importante para promover el aprendizaje de conocimientos, habilidades y actitudes en lo que se refiere a la geometría en arquitectura.

Al tratarse de un estudio cuasi experimental no es posible controlar todas las variables que puedan influir en los resultados. En este sentido es posible que otros factores pudieran tener un

efecto sobre las variables estudiadas. Los resultados de este estudio sugieren que es importante la incorporación de las estrategias tecnológicas, el grupo control que se expuso a una enseñanza tradicional obtuvo resultados menos favorables que el grupo experimental, por lo tanto, es deseable incorporar estas estrategias con la finalidad de obtener resultados más favorables.

Una posibilidad para favorecer el aprendizaje de la geometría relacionada con la arquitectura es ofrecer a los estudiantes recién ingresados un primer acercamiento a estos temas, por ejemplo, un curso propedéutico (geometría cero). Si desde este primer acercamiento se incluyen estrategias de la Educación 4.0, se puede esperar que los resultados sean más favorables.

Sin embargo, se recomienda para futuros estudios tener cuidado con estos resultados obtenidos, debido a que se presentaron variables que no se controlaron de manera puntual, como es el caso de la medición de habilidades, ya que en ambos grupos se aplicó hasta la semana 12 por la falta de conocimientos de los estudiantes acerca de conocimientos previos de la temática con respecto al semestre que corresponde, y, en consecuencia, no se podrían alcanzar los objetivos del curso. En este sentido es posible que esto haya influido de manera directa en los resultados.

Por otro lado, con relación a los estilos de aprendizaje se considera como variable de control, esto ayuda a neutralizar o eliminar posibles efectos en el tratamiento (Buendía, Colas y Hernández, 2001), muestra un efecto importante para el desarrollo personal del estudiante y la adquisición del conocimiento, ya que los estilos de aprendizaje no son estables. No obstante, existe una limitante: la virtualidad para la mayoría de las actividades, sin embargo, los resultados revelan que los estudiantes tienen un cambio, desarrollan otros estilos de aprendizaje distintos con los que inician el estudio, esto potencia los conocimientos y habilidades a partir de la interacción social que se genera debido a los patrones de interacción en el que actúan para favorecer el aprendizaje. Esto se genera a partir de actividades hechas, gracias a herramientas dadas y aprendidas de un contexto social transformado por acciones humanas (Díaz Barriga y Hernández, 2010).

En cuanto al método utilizado cuenta con algunas ventajas de las cuales se manifiestan algunas: presenta una estructura clara con relación a las variables que son evaluadas para conocer su comportamiento en el estudio, muestra una serie de pautas a seguir para la construcción de los instrumentos además de ser independientes para cada variable, tienen objetivos específicos, se aplican en momentos distintos durante el proceso del curso, siendo estos muy flexibles para su aplicación y por consiguiente nos permite conocer los efectos que produce el tratamiento en las variables de estudio de manera puntual.

Por otra parte, algunas desventajas observadas son: en el trabajo colaborativo para la variable de habilidades de los dos proyectos, limita a conocer de manera más puntual el desempeño individual, esto es debido al número de participantes, no obstante, como ya se mencionó potencia no solo el resultado final, sino el conocimiento adquirido durante la interacción con sus pares, además de acercarlos a la forma de trabajo en el campo laboral. Otro aspecto a discurrir es la carga horaria de la asignatura durante el semestre, solo se tienen 16 semanas de curso de 2 horas cada una, esta falta de estima se refleja en una drástica reducción que ha sufrido los planes de estudio de reciente implantación en escuelas de arquitectura (Pozo, 2002), por lo que se considera una limitante si se consideran las actividades preliminares y finales.

Finalmente, a pesar de tener el uso de herramientas tecnológicas, existe una limitante en cuanto al uso de software especializados como apoyo durante el proceso, ahora bien, se puede reforzar con actividades previas para futuros estudios y que el manejo del software les facilite el proceso. También se sugiere que los grupos con el tratamiento tengan continuidad con las estrategias tecnológicas planteadas en la etapa subsecuente, con el objetivo de proponer y mejorar la aplicación de la geometría para la solución de problemáticas propias del objeto arquitectónico.

Conclusiones

La presente investigación puede ofrecer una respuesta a una problemática con relación a la enseñanza de la geometría y la pérdida creciente de su posición formativa en las escuelas de arquitectura, esto se ha dado de manera cuantitativa y cualitativa. En este sentido, se logró demostrar que la propuesta en este estudio basada en estrategias tecnológicas, marca una diferencia estadísticamente significativa con respecto a la enseñanza tradicional, de acuerdo a los resultados obtenidos y mostrados en el apartado VI.

En esencia, la geometría como eje rector, juega un papel importante para la formación del arquitecto, además, va más allá, debido a que constituye un instrumento indispensable e ineludible que tiene por objetivo, sistematizar los conocimientos para favorecer la configuración geométrica de las formas que son parte de la composición en el espacio tridimensional. Por lo tanto, en esta propuesta didáctica se rescatan y se evidencian estos elementos que se transforman en contenidos para implementarse en el programa académico de trabajo, con el propósito de redireccionar la asignatura en cuestión y encaminarla mediante su enseñanza al lugar que le corresponde.

Por consiguiente, los estudiantes que tienen la oportunidad de trabajar con la propuesta,

obtienen una ventaja en cuanto a conocimientos y habilidades en comparación con los estudiantes egresados, debido a que adquieren un aprendizaje amplio y necesario para resolver problemáticas que se encuentran presentes en el proceso proyectual, de ahí su importancia para esta investigación. A este respecto, se demuestra que el aprendizaje obtenido por los estudiantes derivado de la propuesta didáctica, les da la capacidad de resolver problemáticas dentro del proceso, desde la etapa de ideación y hasta llegar a la materialización del objeto arquitectónico, y, por tanto, se establece que este modelo es acertado, debido a la aportación que hace, no solo a la academia sino también hacia la profesión, lo que favorece la imagen del arquitecto, pero también se destaca que la metodología se puede adecuar a otras asignaturas en cualquier disciplina.

Por otro lado, la educación debe enfrentar los nuevos retos y desafíos, se encuentra en una etapa de transición y es el momento en que el sistema educativo detonara con diversas metodologías para que se adapten a los modelos pedagógicos que demanda desde ya, la sociedad, y como resultado de esta evolución, la educación en línea se convierte en protagonista. Por consiguiente, esta propuesta evidencia que el uso de la tecnología es un elemento fundamental dentro del proceso de transformación digital para la educación, se demuestra mediante las estrategias elegidas y utilizadas como parte del tratamiento en el cuasi experimento llevado a cabo, donde el efecto causado fue un incremento en cuanto habilidades, conocimientos y actitudes en el grupo de control o experimental en comparación con el grupo de control.

Asimismo, otro aspecto que favoreció la propuesta, fue el diseño y la construcción de la plataforma de trabajo denominada; Entorno Virtual de Aprendizaje, (se detalla en el apartado 4.5), donde se rescata el concepto de ecosistema de aprendizaje. Este sirvió para demostrar de manera más amplia que el estudiante tiene la capacidad de construir su propio conocimiento a partir de sus intereses, así como de los recursos y actividades que se encuentran en este entorno y de la interacción con sus compañeros de equipo y de grupo, lo que trajo como consecuencia que el grupo experimental tomara ventaja en cuanto a la obtención de conocimientos respecto del grupo de control que solo trabajo con un modelo tradicional.

Por otra parte, la metodología utilizada favoreció a la investigación, las técnicas e instrumentos de medición aplicados a las variables de estudio demostraron ser consistentes, esto es un aporte que puede ser una base fundamental a considerar para futuros estudios. Sin embargo, una limitante en cuanto a la aplicación de los instrumentos para la variable de habilidades, fue que ambos grupos debían tener acercamiento a los temas esenciales debido a que estos forman parte de los

indicadores para desarrollar los proyectos, del mismo modo, para la variable de las actitudes se aplicaron primero las estrategias tecnológicas para que los estudiantes conocieran su estructura y funcionamiento y de esta manera pudieran evaluar de acuerdo a la experiencia durante el proceso.

En cierto modo, algo que puede mejorar en futuros estudios es, que los estudiantes tengan conocimientos previos suficientes para desarrollar los proyectos y cumplir con los indicadores requeridos, así como conocimiento en cuanto a las estrategias tecnológicas, en este sentido, se puede lograr si el grupo de tratamiento tuviera un semestre previo con todos estos fundamentos, así como un semestre post tratamiento para completar un ciclo, con un total de tres semestres, lo que sin duda fortalecerá aún más el aprendizaje. También se sugiere sean consideradas otras variables de estudio, así como el diseño de instrumentos diferentes, la búsqueda y desarrollo de otras estrategias tecnológicas, en este estudio fueron acotadas debido a las implicaciones que existen para incluirlas en una etapa básica, es donde se llevó a cabo la presente investigación.

De modo similar, se puede plantear otras mejoras para algunas estrategias, como lo es, el Markerspaces, este puede darse con apoyo de instrumentos digitales por parte de las autoridades para que se implementen en estos espacios y conseguir resultados distintos. También el uso de la educación inmersiva se puede profundizar para aprovechar las diferentes aplicaciones que permiten explorar de manera distinta las temáticas del curso y que son atractivas para el estudiante, por último, la gamificación, para este estudio se crearon juegos básicos a partir de aplicaciones, esta estrategia es la que más gusta al estudiante ya que su interacción es 100 % activa y crea la competencia como base de estas experiencias.

Finalmente, los resultados obtenidos en esta investigación pueden tener consecuencias importantes, no solo en la parte formativa de los estudiantes, sino también les dará seguridad para tener un mejor desempeño en el campo laboral y por ende una mejor posición. Por otro lado, también se puede retomar la estructura metodológica y los instrumentos de medición como una base fundamental para ser incorporados en futuras investigaciones en cualquier otra disciplina.

Referencias

- Aguirre, J. (2005). *Teoría Didáctica*. México: División de Estudios de Posgrado, Facultad de Filosofía y Letras.
- Alsina, C. (2005). Los secretos geométricos en diseño y arquitectura. *Curso Interuniverso "Sociedad, Ciencia, Tecnología y Matemáticas" 2005*, 1-10.
- Alsina, C. (2016). Matemáticas, Arquitectura y Creatividad. *Palimpsesto, número 15*, 20.
- Alva, E. (1990). *Cuadernos Arquitectura Docencia*. México: Facultad de Arquitectura UNAM.
- Amador, J. C. (2018). Educación interactiva a través de narrativas transmedia; posibilidades en la escuela. *Revista Internacional de Investigación en Educación*, 77-94.
- Ambrosino, M. A. (2017). Docencia y narrativas transmedia en la educación superior. *Trayectorias Universitarias, volumen 3, número 4*, 12-19.
- Araya, V., Alfaro, M., & Andonegui, M. (2007). Constructivismo: orígenes y perspectivas. *Laurus, Revista de Educación, vol 13, Número 24*, 76-92.
- Arquitectura, F. d. (1999). *Plan de Estudios 1999*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Arquitectura, F. d. (2017). *Plan de Estudios 2017*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Baéz, R., & Iglesias, M. (2003-2007). Principios didácticos a seguir en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la geometría en la UPEL "El Mácaro". *Enseñanza de la Matemática, Vol. 12 al 16: numero Extraordinario*, 67-87.
- Bedoya, C. (2017). *Diseño de un instrumento tipo escala Likert para la descripción de las actitudes hacia la tecnología por parte de los profesores de un colegio público de Bogotá*. Bogotá : Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Boumadan, M. (2017). *Espacios de creación digital, Makerspaces para trabajar competencias transversales en educación secundaria*. Madrid: Programa de Doctorado del Real Decreto, Universidad Autónoma de Madrid, UAM.
- Boyer, C. (1986). *Historia de la Matemática. Versión española de Mariano Martínez Pérez*. España: Alianza.
- Brazuelo, F., & Gallego, D. (2011). *Mobile learning, los dispositivos móviles como recurso educativo*. Sevilla: MAD, SL. Sevilla.
- Buendía, L., Colás, P., & Hernández, F. (2001). *Métodos de Investigación en Psicopedagogía*. Madrid: McGraw-Hill.
- Cabrera, S., Rojas, E., López, O., & Montenegro, D. (2021). El aula invertida en el aprendizaje de los estudiantes: revisión sistemática. *EDUTEC. Revista Electrónica de Tecnología Educativa. Número 77*, 152-168.
- Calcerrada, F. (2013). *Las Matemáticas y la Arquitectura*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- Cañedo, C. M. (2014). *Fundamentos teóricos para la implementación de la didáctica en el proceso de enseñanza-aprendizaje*. Cienfuegos: Universidad Cienfuegos Carlos Rafael Rodríguez.
- Carmona, M. J. (1980). *Didáctica de las Matemáticas Aplicadas*. México: División de Estudios de Posgrado, UNAM.
- Carranco, A. (2020). *Diplomado en formación docente*. México : Facultad de Arquitectura, UNAM.
- Castillo, I., Flores, L., Jiménez, R., & Pearnau, M. (2010). Pedagogía, diversidad y lenguaje: develando los colores en miradas aprendientes. *Revista Electrónica Educare, vol. XIV*,

- núm. 1, enero-junio, 85-95.
- Castro, S., & Guzmán de Castro, B. (2005). Los estilos de aprendizaje en la enseñanza y aprendizaje: una propuesta para su implementación. *Revista de la Investigación*, núm. 58, 83-102.
- Cienfuegos, M., & Cienfuegos, A. (Julio-Diciembre 2016). Lo cuantitativo y cualitativo en la investigación, Un apoyo a su enseñanza. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*.
- Colegiado Nacional de Desarrollo Educativo, Cultural y Superación Profesional. (2013). *Una Mirada a las Teorías y Corrientes Pedagógicas*. CDMX: Sindicato Nacional de Trabajadores de la Educación.
- Coll, C. (09 de mayo de 2012). *TIC en el proceso de Enseñanza-Aprendizaje*. Obtenido de youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=-WxsfQ5x0po>
- Consigliari, L., & Víctor, C. (2003). A Proposed Two-Semester Program For Mathematics in the Architecture Curriculum. *Nexus Network Journal*, 127-134.
- Courant, R. R. (1979). *¿Qué es la matemática?* España: Aguilar sa de ediciones.
- Dávila, J. M. (2017). *Encuentro. Curso Intensivo para Profesores Escuela Nacional de Arquitectura, UNAM. 1963*. México: Federación Editorial Mexicana.
- De la Torre, M. (2001). *Geometría descriptiva*. México: Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM.
- Díaz Barriga, A. E. (24 de octubre de 2019). <https://www.youtubecom/user/UNAMACADEMICO>. Obtenido de <https://www.youtubecom/user/UNAMACADEMICO>: <https://www.youtube.com/watch?v=T-cJcU4ViY>
- Díaz Barriga, F. (2006). *Enseñanza situada: vinculo entre la escuela y la vida*. México: McGraw-Hill.
- Díaz Barriga, F., & Hernández, G. (2010). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo*. México: McGraw Hill.
- Díaz, N., Fileni, M., & Toscano, S. (2016). *Propuesta Pedagógica y Plan de Trabajo*. Mar de Plata: Universidad Nacional de La Plata.
- Dorado, J. A. (2017). Reflexiones didácticas acerca de la geometría para la arquitectura. *Revista Orbita Pedagógica, Vol. 4, num. 1 (enero-abril)*, 93-102.
- Duran, R. (2009). Aportes de Piaget a la educación: hacia una didáctica socio-constructivista. *Dimensión empresarial Vol. 7 n. 2*, 8-11.
- EcuRed. (3 de junio de 2012). *EcuRed*. Obtenido de https://www.ecured.cu/index.php?title=Modelo_de_Van_Hiele&oldid=1542020
- Escutia, E. (2020). *Diplomado en formación docente*. México: Facultad de Arquitectura, UNAM.
- Fabila, A., Minami, H., & M, I. (2011). La Escala de Likert en la evaluación docente: acercamiento a sus características y principios metodológicos. *Foro de Estudios en Lenguas, Internacional realizado en la Universidad de Quintana Roo.*, 31-40.
- Facultad de arquitectura, U. (2016). *Proyecto de modificación del plan de estudios de la Licenciatura en arquitectura Tomo 1*. México : Facultad de arquitectura, UNAM.
- Fernández, A. J. (2006). El papel de la geometría como herramienta de diseño arquitectónico. *Revista de Expresión Gráfica en la Edificación*, 51-61.
- Fisk, P. (2017). *Educación 4.0... the future of learning will be dramatically different, in school and throughoutlife*. Obtenido de <http://www.thege-niusworks.com/2017/01/future-education-young-everyone-taught-together>
- Flores, D., Guzmán, F., Martínez, Y., Ibarra, E., & Alvear, E. (2019). Conference Proceedings

- Edunovatic. *Edunovatic* (págs. 657-659). Madrid, España: Redine.
- Flores, J., Jorge, Á., Rojas, C., Sáez, F., Acosta, R., & Díaz, C. (2017). *Estrategias didácticas para el aprendizaje significativo en contextos universitarios*. Concepción, Chile: Trama Impresores S.A.
- Freire, J. (20 de febrero de 2021). *La aventura de aprender*. Obtenido de <http://laaventuradeaprender.intef.es/-/ecosistema-de-aprendizaje-juan-freire>
- Frias, D. (05 de 10 de 2020). *Análisis de la consistencia interna de las puntuaciones de un instrumento de medida*. Obtenido de <https://www.uv.es/friasnav/AlfaCronbach.pdf>: <https://www.uv.es/friasnav/AlfaCronbach.pdf>
- Fritz, M., González, P., Imbach, G., Laspina, C., & Speratti, M. (2014). Una propuesta didáctica que integra conceptos matemáticos en situaciones contextualizadas. *Facultad de Arquitectura Diseño y Urbanismo*.
- Fuenlabrada, S. (2008). *Probabilidad y estadística*. México: McGraw-Hill / Interamericana Editores S.A. de C.V.
- Gallego, F., Rafael, M., & Llorens, F. (2014). Gamificar una propuesta docente. Diseñando experiencias positivas de aprendizaje. Oviedo. Obtenido de [https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/39195/1/Gamificacio%cc%81n%20\(definicio%cc%81n\).pdf](https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/39195/1/Gamificacio%cc%81n%20(definicio%cc%81n).pdf)
- García, J. L., Sánchez, C., Jiménez, M., & Gutiérrez, M. (2012). Estilos de aprendizaje y estrategias de aprendizaje: un estudio en discentes de posgrado. *Revista Estilos de Aprendizaje, núm. 10 Vol. 10*, 1-17.
- García, S., & Lopez, L. (2008). *La enseñanza de la Geometría*. CDMX: Materiales para apoyar la práctica educativa.
- González, M., & Huerta, P. (2019). Experiencia del aula invertida para promover estudiantes prosumidores del nivel superior. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, vol. 22, núm. 2*, 244-259.
- Gutiérrez, L. (2012). Conectivismo como teoría de aprendizaje: conceptos, ideas, y posibles limitaciones. *Revista Educación y Tecnología, Núm. 1*, 111-122.
- Herman, C., & Janssen, C. (2020). El aula invertida en tiempos del COVID-19. *Educación Química, numero especial*, 173-178.
- Hernández, G. (2008). Los constructivismos y sus implicaciones para la educación. *Perfiles Educativos, vol. XXX núm. 122*, 38-77.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, L. (2006). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw Hill.
- Hernández, S. (2008). El Modelo constructivista con las nuevas tecnologías: aplicado en el proceso de aprendizaje. *RUSC. Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*, 26-35.
- Iberdrola. (4 de enero de 2021). *Iberdrola.com*. Obtenido de Iberdrola.com: <https://www.iberdrola.com/talento/que-es-m-learning-y-ventajas>
- Iglesias, M., & José, O. (2015). La Investigación en pensamiento geométrico y didáctica de la geometría. *Investigaciones en educación matemática. Aportes desde una unidad de investigación*, 208-224.
- Inzunza, S., & Vidal, J. (2013). Caracterización del razonamiento estadístico de estudiantes universitarios acerca de las pruebas de hipótesis. *Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa, vol. 16, núm. 2*, 179-211.
- Jaume, D. L. (2005). <http://www.euclides.org/menu/articles/article2.htm>. Obtenido de

- <http://www.euclides.org/menu/articles/article2.htm>
- Jiménez, A., & Robles, F. (2016). Las estrategias didácticas y su papel en el desarrollo del proceso de enseñanza aprendizaje. *Educatconciencia*, 106-113.
- Kapp, K. (2013). *Intelligently Fusing Learning, Technology & Business*. Obtenido de <https://karlkapp.com/thinking-about-gamification-in-learning-and-instruction/>
- Lazo, M. (2009). David Ausubel y su aporte a la educación. *Ciencia UNEMI*, 20-23.
- Ledesma, M. A. (2015). *Conectivismo para la educación*. Quito: Editorial jurídica del Ecuador.
- Lina, P. (2012). *Metodología de la investigación*. México: Plaza y Valdés.
- Liscano, A. (2007). La pedagogía como ciencia de la educación. *Revista cultural de nuestra América*, 24-25.
- Lomelí, V. (2017). *Taller de Geometría I*. México: Facultad de Arquitectura, UNAM.
- Lomelí, V. (2017). *Taller de Geometría II*. México: Facultad de Arquitectura, UNAM.
- Lomelí, V., Lomelí, D., & Ramírez, A. (2017). *Practica Profesional Supervisada: Aportación al Taller de Geometría I*. México: Facultad de Arquitectura, UNAM.
- Lopez, B. (03 de 05 de 2020). Obtenido de economia.unam.mx: <http://www.economia.unam.mx/profesores/blopez/estadistica-continua.pdf>
- Martí, R., Gisbert, M., Larraz, & Virginia. (2018). Ecosistemas tecnológicos de aprendizaje y gestión educativa. Características estratégicas para un diseño eficiente. *EDUTECH. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, Núm. 64, 1-17.
- Martínez, W. E. (20 de 11 de 2014). *Aula invertida o modelo invertido de aprendizaje: origen, sustento e implicaciones*. Obtenido de <https://scholar.google.com.mx>: https://scholar.google.com.mx/scholar?cluster=1722249469653598343&hl=es&as_sdt=0,5
- Masters, e.-l. (28 de septiembre de 2017). *e-learning masters*. Obtenido de <http://elearningmasters.galileo.edu/2017/09/28/proceso-de-ensenanza-aprendizaje/>
- Matemáticas, p. (08 de mayo de 2020). <https://www.youtube.com/watch?v=97EI9mS0WS8>. Obtenido de <https://www.youtube.com/playlist?list...>
- Mateus, E., & Víctor, C. (2015). El modelo Van Hiele en la enseñanza de los elementos de los sólidos platónicos 1. *Quinta escuela nacional de historia y educación matemática*, 1-10.
- Merla, A., & Yáñez, C. (2016). El aula Invertida como estrategia para la mejora del rendimiento académico. *Revista mexicana de bachillerato a distancia*, 68-78.
- Monteverde, J. (2013). Matemáticas en la creación artística actual, "Arquitectura y matemáticas". *Método 2013 - 37. Fondo y forma*.
- Mora, F. (2013). El Mobile Learning y algunos de sus beneficios. *Calidad en la Educación Superior; Volumen 4, Número 1*, 47-67.
- Moreno, N., Leiva, J., & Matas, A. (2016). Mobile learning, Gamificación y Realidad Aumentada para la enseñanza-aprendizaje. *International Journal of Educational Research and Innovation (IJERI)*, 16-34.
- Muñoz Cosme, A. (2016). *El Proyecto de Arquitectura: concepto, proceso y representación*. España: Estudios Universitarios de Arquitectura.
- Network, F. L. (2014). The Four Pillars of FLIP. *Flipped Learning Network*.
- Orellana, M. J. (2011, Año 6. Numero 8. pp135-157). *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*. Costa Rica: Portal de Revistas Académicas .
- Pérez, P. (2004). Revisión de las teorías de aprendizaje más sobresalientes del siglo XX. *Tiempo de Educar; vol. 5, núm. 10.*, 39-76.
- Pérez, P., Rivera, I., & Hernández, M. (2020). La Educación 4.0 de forma simple. *Debates en*

- Evaluación y Currículum/ Congreso Internacional en Educación*, 1-11.
- Planas, N. (2010). Las teorías socioculturales en la investigación en educación matemática. *Investigación en educación matemática*, 163-195.
- Portuguez, M., & Gómez, M. (2019). Makerspaces como espacios educativos de innovación y desarrollo de emprendimientos. *International Journal of Information Systems and Software Engineering for Big Companies (IJISEBC)*, Núm. 6, 19-32.
- Pozo, J. M. (2020). *Geometría para la arquitectura*. Pamplona: Industrias Gráficas Castuera.
- Proceedings, C. (2019). *Educación 4.0. Origen para su fundamentación*. Madrid: REDINE, Red de Investigación e Innovación Educativa, Madrid, Spain.
- Ranz, R. (2016). *Una Educación 4.0 para el fomento del talento 4.0*. Obtenido de <https://robertoranz.com/2016/05/30/una-educacion-4-0-para-el-fomento-del-talento-4-0/>
- Repreza, E. (2018). Implementación del Aula Invertida en la asignatura de métodos y técnicas de investigación de la Universidad Católica del Salvador. *Conocimiento educativo, volumen 5*, 83-96.
- Reyna, F. (2020). *La distribución normal*. CDMX, México: Posgrado de Arquitectura, UNAM.
- Reyna, F. (2020). *Las distribuciones continuas*. CDMX, México : Posgrado de Arquitectura UNAM.
- Rincón, L. (2007). *Curso elemental de probabilidad y estadística*. CDMX, México : Departamento de Matemáticas, Facultad de Ciencias UNAM.
- Ríos Santa Cruz, P. A. (2009). *La Geometría en la Arquitectura*. Queretaro: Facultad de Arquitectura, Centro de Investigaciones y Estudios de Posgrado.
- Rocha, R. (2013). Escala de Opinión de los Estudiantes sobre la Efectividad de la Docencia (EOEED) en Educación Superior. *Formación Universitaria – Vol. 6 N°6* , 13-21.
- Rodríguez, A., & Molero, D. (2009). Conectivismo como gestión del conocimiento. *Revista electrónica de humanidades, educación y comunicación social. Edición N.6-Año 4*, 73-85.
- Rodríguez, E. (2012). La enseñanza de las matemáticas en la crisis de la modernidad: por una renovación de la Paideia. *Orinoco Pensamiento y Praxis*, 49-60.
- Sáenz de Cabezón, E. (11 de junio de 2018). *¿Para que sirven las Matemáticas?* Obtenido de youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=Cwq4dRBWcr8>
- Salceda, J. (2010). *Contribuciones para una multi-ciencia de la materialidad del habitat humano: una perspectiva teórica y pedagógica*. CDMX, México: Programa de Maestría y Doctorado, UNAM.
- Saldarriaga, P., Bravo, G., & Loor, M. (2016). La teoría constructivista de Jean Piaget y su significación para la pedagogía contemporánea. *Revista científica dominio de las ciencias, Vol. 2.*, 127-137.
- Sánchez, G. J. (octubre 2016). Intervenciones Geométricas en Arquitectura. *Pensamiento Matemático*, 83-90.
- Sánchez, M., & Martínez, A. (2020). *Evaluación del y para el aprendizaje: instrumentos y estrategias*. Ciudad de México : UNAM.
- Sarrín, M. (2019). Rotaciones y niveles de razonamiento, según el modelo de Van Hiele. *Educación*, 127-158.
- Scolari, C. A. (2017). *El traslector. Lectura y narrativas transmedia en la nueva ecología de la comunicación*. Obtenido de <https://hipermediaciones.com/2017/03/02/el-translector-lectura-y-narrativas-transmedia-en-la-nueva-ecologia-de-la-comunicacion/>: <https://hipermediaciones.com/2017/03/02/el-translector-lectura-y-narrativas-transmedia->

- en-la-nueva-ecologia-de-la-comunicacion/
 Sharples, M., Arnedillo-Sánchez, I., Milrad, M., & Vavoula, G. (2009). *Mobile Learning. Technology-Enhanced Learning*, 233-249.
- Soporte de Minitab, 1. (16 de abril de 2020). Obtenido de Soporte de Minitab 18: <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/probability-distributions-and-random-data/supporting-topics/basics/continuous-and-discrete-probability-distributions/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20una%20distribuci%C3%B3n%20discreta%3F,lista%20>
- Soriano, A. M. (2014). Diseño y validación de instrumentos de medición. *Dia-logos 14*, 19-40.
- Suárez, M. (2000). Las corrientes pedagógicas contemporáneas y sus implicaciones en las tareas del docente y en el desarrollo curricular. *Acción Pedagógica*, vol. 9, Nos. 1 y 2, 42-51.
- Teng, K., & Baker, C. (14 de mayo de 2014). *Edutopia*. Obtenido de <https://www.edutopia.org/blog/educators-learn-from-gaming-industry-kelly-teng>
- TM, T. d. (2014). Aprendizaje Invertido. *Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey, Edutrends, Año 1, número 3*, 1-29.
- TM, T. d. (2016). Gamificación. *Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey, EduTrends, Año 3, número 9*, 1--36.
- Trujillo, L. M. (2017). *Teorías pedagógicas contemporáneas*. Bogotá, D.C., Colombia : Fondo editorial Areandino.
- Tunnermann, C. (2011). El constructivismo y el aprendizaje de los estudiantes. *Universidades*, núm. 48, 21-32.
- Vargas, G., & Ronny, G. (2013). El modelo Van Hiele y la enseñanza de la geometría. *Uniciencia. Vol. 27, N.1*, 74-94.
- Young, E. &. (2018). *I lab Future thinkers*. Obtenido de <https://ilab.net/la-universidad-del-futuro-y-la-educacion-4-0/>

Índice de figuras

<i>Figura 1 Taller de Geometría II. Actividad: Interpretación de la configuración geométrica de la obra: Ópera de Palma de Mallorca. Tomado de Lomeli, V. (2017).</i>	15
<i>Figura 2 Taller de geometría II. Actividad: Intersección prisma oblicuo trapezoidal con pirámide oblicua triangular. Tomado de (De la Torre, 2001; Lomeli, 2017).</i>	27
<i>Figura 3 Algunas aportaciones de la pedagogía, Tomado de Escutia (2020).</i>	32
<i>Figura 4 Marco explicativo Teorías del aprendizaje. Tomado de Barranquero y Sanz (2019).</i>	35
<i>Figura 5 Ilustración 3 Marco explicativo de la propuesta de Cesar Coll, Enfoques constructivistas en educación. Tomado de Díaz Barriga y Hernández (2010).</i>	37
<i>Figura 6 Configuración de los estilos de aprendizaje retomado del modelo de Kolb. Tomado de Zepeda (2020).</i>	54
<i>Figura 7 Taller de Geometría I. Actividad: Desarrollo e interpretación de la configuración geométrica, para la construcción de la Escalera de la Casa Cecil O 'Gorman. Tomado de Lomeli, Lomeli y Ramírez, (2017).</i>	57
<i>Figura 8 Taller de Geometría II. Actividad: Interpretación de la configuración geométrica de la Basílica de Guadalupe. Tomado de Lomeli (2017).</i>	85
<i>Figura 9 Mapa conceptual del modelo Edge 4.0. Elaboración propia.</i>	93
<i>Figura 10 Entorno Virtual de Aprendizaje (EVA). Fuente: Elaboración Propia.</i>	94

<i>Figura 11 Aprendizaje invertida, ejemplo de un módulo de la estructura del curso. Fuente: Elaboración Propia.</i>	95
<i>Figura 12 Taller de Geometría II. Actividad: Método de trazo de perspectiva a 2 puntos de fuga con proyección de sombras. Tomado de Lomelí (2017).</i>	115
<i>Figura 13 Grupo piloto o experimental dentro del entorno de aprendizaje (EVA). Fuente: Elaboración propia.</i>	119
<i>Figura 14 Grupo de control o comparación dentro del entorno de aprendizaje (EVA). Fuente: Elaboración propia.</i>	120
<i>Figura 15 Taller de Geometría II. Actividad: Interpretación de la configuración geométrica de la obra: Parroquia de San José Obrero, de Félix Candela. Tomado de Lomelí (2017).</i>	135
<i>Figura 16 Contrastación de resultados de la evaluación del grado de conocimientos (escala del 0 al 10). Fuente: Elaboración propia.</i>	136
<i>Figura 17 Contrastación de resultados del grado de actitudes (escala de 1 a 5). Fuente: Elaboración propia.</i>	140
<i>Figura 18 Contrastación de resultados de la evaluación del grado de habilidades (escala de 0 a 10). Fuente: Elaboración propia.</i>	145
<i>Figura 19 Comparación de las variables de estudio mediante las puntuaciones Z para el manejo de la misma escala. Fuente Elaboración Propia.</i>	149
<i>Figura 20 Modelo experimental de las Estrategias didácticas para la enseñanza de la geometría: Edge 4.0. Elaboración Propia. Escala humana tomada de https://pimpmydrawing.com/ Iconos de visualización: tomado de: Google Sites.</i>	166

Índice de tablas

<i>Tabla 1 Fuente: Educación 4.0... the future of learning will be dramatically different, in school and throughout life, tomado de Fisk, 2017. Elaboración propia.</i>	25
<i>Tabla 2 Postulados centrales del enfoque sociocultural. Tomado de Díaz Barriga y Hernández (2010).</i>	40
<i>Tabla 3 Postulados centrales del enfoque sociocultural. Tomado de Salceda (2010).</i>	41
<i>Tabla 4 Postulados centrales del enfoque Cognitivo. Tomado de Díaz Barriga y Hernández (2010).</i>	43
<i>Tabla 5 Postulados centrales del enfoque cognitivo. Tomado de Salceda (2010).</i>	44
<i>Tabla 6 Postulados centrales del enfoque Constructivista psicogenético. Tomado de Díaz Barriga (2010).</i>	46
<i>Tabla 7 Postulados centrales del enfoque psicogenético. Tomado de Salceda (2010).</i>	47
<i>Tabla 8 Características de estilos de aprendizaje de la propuesta de Neil Fleming. Fuente: Elaboración propia.</i>	53
<i>Tabla 9 Características de estilos de aprendizaje modelo Kolb. Fuente: Elaboración propia.</i> ... 54	
<i>Tabla 10 Estilos de aprendizaje, modelo Honey-Alonso, Fuente: tomado de Alonso, Gallegos y Honey, (1994). Elaboración propia.</i>	56
<i>Tabla 11 Tipos de estrategias de aprendizaje. Fuente: Alonso y Tapia (1997) Tomado de Flores et al. (2017).</i>	59
<i>Tabla 12 Descripción general de estrategias de enseñanza, Fuente: Tomado de Díaz Barriga y Hernández, (2010).</i>	62
<i>Tabla 13 Estrategias de aprendizaje por proceso cognitivo, Fuente: Tomado de Díaz Barriga y Hernández, (2010).</i>	64

<i>Tabla 14 Estrategias de aprendizaje por función cognitiva, Fuente: Tomado de Díaz Barriga y Hernández, (2010).</i>	65
<i>Tabla 15 Pilares del aula invertida. Fuente: Tomado de Network (2014). Elaboración Propia.</i> ..	75
<i>Tabla 16 Comparativa entre el Aula tradicional vs. Aprendizaje invertido. Fuente: Tomado de Merla y Yáñez, (2016).</i>	77
<i>Tabla 17 Comparativa entre Aula invertida y Aprendizaje invertido. Fuente: TM, (2014).</i>	77
<i>Tabla 18 Elementos de la gamificación. Fuente: Tomado de Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey, (2016).</i>	83
<i>Tabla 19 Estructura principal del modelo EDGE 4.0. Fuente: Elaboración propia.</i>	92
<i>Tabla 20 Metodología de clase muestra de la propuesta. Fuente: Elaboración propia</i>	102
<i>Tabla 21 Programa académico de trabajo de la propuesta para la asignatura de geometría I. Fuente: Elaboración propia.</i>	107
<i>Tabla 22 Programa académico de trabajo de la propuesta para la asignatura de geometría II. Fuente: Elaboración propia.</i>	113
<i>Tabla 23 Criterios de evaluación de la propuesta para la asignatura de geometría I y II. Fuente: Elaboración propia.</i>	114
<i>Tabla 24 Resultados de los estilos de aprendizaje en el test. Fuente: Elaboración propia.</i>	118
<i>Tabla 25 Instrumento de aplicación del Pretest para medir habilidades y conocimientos previos. Elaboración propia.</i>	123
<i>Tabla 26 Instrumento de aplicación del Postest para medir habilidades y conocimientos previos. Elaboración propia</i>	124
<i>Tabla 27 Instrumento de aplicación en la Escala de Likert para medir actitudes. Elaboración propia.</i>	128
<i>Tabla 28 Valores paramétricos de la fiabilidad del instrumento.</i>	129
<i>Tabla 29 Formula de aplicación de la etapa 5, el índice alfa de Cronbach. Fuente: Elaboración Propia.</i>	130
<i>Tabla 30 Instrumento de evaluación de habilidades y conocimientos: Lista de cotejo. Fuente Elaboración propia.</i>	134
<i>Tabla 31 Instrumento de comparación del Pretest y el Postest en ambos grupos. Fuente: Elaboración propia.</i>	137
<i>Tabla 32 Estadístico de grupos, prueba t para evaluación de conocimientos. Fuente: Elaboración propia.</i>	137
<i>Tabla 33 Prueba de muestras independientes de evaluación de conocimientos. Fuente: Elaboración propia.</i>	138
<i>Tabla 34 Procesamiento de los casos de evaluación de conocimientos. Fuente: Elaboración propia.</i>	138
<i>Tabla 35 Prueba de normalidad. Fuente: Elaboración Propia.</i>	138
<i>Tabla 36 Resultados descriptivos de Pretest y Postest para evaluación de conocimientos. Fuente: Elaboración propia.</i>	139
<i>Tabla 37 Aplicación del Índice Alfa de Cronbach. Para obtener el índice de confiabilidad Fuente: Elaboración propia.</i>	141
<i>Tabla 38 Resultado del coeficiente de confiabilidad del instrumento. Fuente: Elaboración Propia</i>	141
<i>Tabla 39 Resultado del coeficiente de confiabilidad después del análisis factorial. Fuente: Elaboración Propia.</i>	142
<i>Tabla 40 Estadístico de grupos para prueba t para evaluación de Actitudes. Fuente: Elaboración</i>	

<i>propia</i>	142
<i>Tabla 41 Tabla pivote de prueba de muestras independientes de evaluación de Actitudes. Fuente: Elaboración propia</i>	143
<i>Tabla 42 Procesamiento de los casos de evaluación de Actitudes. Fuente: Elaboración propia</i>	143
<i>Tabla 43 Prueba de normalidad. Fuente: Elaboración Propia</i>	143
<i>Tabla 44 Resultados descriptivos de la evaluación de Actitudes. Fuente: Elaboración propia</i>	144
<i>Tabla 45 Instrumento de comparación de las pruebas de Habilidades. Fuente: Elaboración propia</i>	146
<i>Tabla 46 Estadístico de grupos para prueba t para evaluación de Habilidades. Fuente: Elaboración propia</i>	146
<i>Tabla 47 Prueba de muestras independientes de evaluación de Habilidades. Fuente: Elaboración propia</i>	147
<i>Tabla 48 Procesamiento de los casos de evaluación de Habilidades. Fuente: Elaboración propia</i>	147
<i>Tabla 49 Prueba de normalidad. Fuente: Elaboración Propia</i>	147
<i>Tabla 50 Resultados descriptivos del Pretest y el Postest. Fuente: Elaboración propia</i>	148
<i>Tabla 51 Puntuación Z de las variables independientes en ambos grupos. Fuente: Elaboración Propia</i>	150



Figura 20 Modelo experimental de las Estrategias didácticas para la enseñanza de la geometría: Edge 4.0. Elaboración Propia. Escala humana tomada de <https://pimpmydrawing.com/> Iconos de visualización: tomado de: Google Sites.

**Estrategias didácticas enmarcadas en la Educación 4.0
para favorecer el aprendizaje de la geometría en arquitectura.**

Edge 4.0

1. Método cuasi experimental
2. Preferencias de modalidad sensorial
3. Patrones de interacción: formación de equipos colaborativos
4. Entorno virtual de aprendizaje (EVA)
 - a. Ecosistema de aprendizaje
5. Marco teórico
 - b. Teoría sociocultural
 - c. Teoría cognitiva
 - d. Teoría psicogenética
 - e. Teoría del conectivismo
 - f. Teoría de Van Hiele
 - g. Estilos de aprendizaje
6. Estrategias tecnológicas
 - h. Aprendizaje invertido
 - i. Mobile learning
 - j. Markerspaces
 - k. Narrativa media
 - l. Gamificación
 - m. Uso de códigos QR
7. Instrumentos de medición
8. Pretest y Posttest
 - n. Evaluar conocimientos
9. Lista de cotejo
 - o. Evaluar habilidades
10. Escala de Likert
 - p. Evaluar actitudes