



Universidad Autónoma de Querétaro

Facultad de Informática

Modelo Didáctico de Trabajo Colaborativo en Plataformas Híbridas
para Uniformizar Niveles de Aprendizaje en Estudiantes del
TecNM/ITCH

Tesis

Que como parte de los requisitos
para obtener el Grado de

Doctor en Innovación en Tecnología Educativa

Presenta

Tomás Couoh Chan

Dirigido por:

Dr. Ricardo Chaparro Sánchez

Querétaro, Qro. a 19 octubre de 2026

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



CC BY-NC-ND 4.0 DEED

Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

Usted es libre de:

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

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

Bajo los siguientes términos:



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



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



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

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

Avisos:

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

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



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Informática
Doctorado en Innovación en Tecnología Educativa

Modelo Didáctico de Trabajo Colaborativo en Plataformas Híbridas para
Uniformizar Niveles de Aprendizaje en Estudiantes del TecNM/ITCH

Tesis

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

Presenta

Tomás Couoh Chan

Dirigido por:

Dr. Ricardo Chaparro Sánchez

Dr. Ricardo Chaparro Sánchez
Presidente

Dra. Liliana Yáñez Soria
Secretario

Dra. Sandra Luz Canchola Magdaleno
Vocal

Dra. Diana Margarita Córdova Esparza
Suplente

Dr. Julio Alejandro Romero González
Suplente

Centro Universitario, Querétaro, Qro.
Octubre 2026
México

Dedicatorias

A mis hijos Dan Joe, Thomas, Paola Alejandra y Karim Iván.

Dedico mi trabajo, ellos son mi fuerza para seguir siempre adelante. Por ellos procuro ser cada vez una persona con más experiencia y perseguir mis sueños con todas mis fuerzas. Esta tesis es el producto del trabajo que con el esfuerzo y dedicación he logrado de manera personal y para mis hijos.

A mi esposa Gabriela Granadillo Arévalo.

Dedico mi trabajo a mi compañera y que he contado siempre con su apoyo. Ha tenido paciencia y comprende el tiempo que dedico a mis estudios, eso es fundamental para terminar mi doctorado. Gracias a que siempre ha creído en que se puede lograr con la persistencia y constancia. Esta tesis es el resultado de un trabajo en equipo con mi esposa.

A mi director de tesis Dr. Ricardo Chaparro Sánchez.

Dedico esta tesis, que siempre fue un guía con atención oportuna, su experiencia y sabiduría impulsó a que pueda cada día ir adquiriendo el camino correcto para elaborar mi tesis, su legado perdurará en mí siempre. También a mis maestros y tutores dedico esta tesis por su amor en sembrar conocimientos siempre frescos y relevantes.

Agradecimientos.

Por la oportunidad de continuar mis estudios, expreso mis más grandes agradecimientos a las Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Información (SECIHTI) y a la Facultad de informática de la Universidad Autónoma de Querétaro, gracias por esta nueva formación académica.

Al Dr. Ricardo Chaparro Sánchez, mi director de tesis, debo una gratitud muy grande por su apoyo incondicional en guiar los pasos certeros con paciencia para realizar esta tesis. Su motivación constante y los retos que propuso, me impulsaron a enfrentar desafíos que en un principio considere difíciles, pero al final, alcanzables.

Agradezco al Dr. Manuel Abraham Zapata Encalada, Doctor en sistemas computacionales y profesor de carrera en el Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Chetumal, por el apoyo en el asesoramiento de mi tema tesis con visión de capas de responsabilidades.

Agradezco al Comité Tutorial integrado por las doctoras Liliana Yáñez Soria y Sandra Luz Canchola Magdaleno, por el apoyo en las revisiones constantes a este trabajo y por las observaciones y sugerencias de gran valor para lograr terminar mi tesis con oportunidad. Sus experiencias enriquecieron mi trabajo de investigación.

A la maestra Dra. Teresa García Ramírez mi más sincero agradecimiento por la orientación durante mi trayectoria en el doctorado, sus duras observaciones mi hicieron ver claramente el camino a seguir para llegar al final de este trabajo.

Por último, mis agradecimientos a la Universidad Autónoma de Querétaro por brindarme la oportunidad de formarme como investigador y ser parte de su comunidad académica. Estoy orgulloso de ser parte de esta institución y de haber contribuido a su prestigio.

Índice de contenido

Índice de Tablas	VIII
Resumen.....	1
Abstract.	2
I. Introducción.	3
1.1. Planteamiento del problema	4
1.2. Justificación	6
II. Antecedentes	10
2.1. Situación actual del estudio.....	13
2.2. Estado del arte.	15
2.2.1. Aprendizaje Basado en Problemas	23
2.2.2. Aprendizaje Basado en Equipos	24
2.2.3. Uso de la Plataforma Microsoft Teams.....	24
2.2.4. Uso de las TIC.....	25
2.2.5. Aula invertida.....	26
2.2.6. Trabajo Colaborativo	26
III. Fundamentación teórica.....	29
3.1. Cartografía de concepto	30
3.2. Conceptos relevantes.....	32
3.3. Marco normativo.....	39
IV. Hipótesis	41
4.1 Pregunta de investigación	41
4.2 Hipótesis	41
V. Objetivos.	42
5.1. Objetivo general	42
5.2. Objetivos específicos.....	42
VI. Metodología	43
6.1. Análisis	44

6.1.1.	Problema y contexto.....	45
6.1.2.	Población.....	48
6.1.3.	Requerimientos para el diseño.....	49
6.2.	Diseño	51
6.2.1.	Prototipo. Capas de responsabilidades	51
6.2.2.	Estructura del modelo didáctico	53
6.3.	Aplicación	53
6.3.1.	El manual de operación del modelo didáctico	54
6.3.1.1.	Normas para operar el modelo didáctico	55
6.3.1.2.	Secuencia didáctica del modelo.....	56
6.3.1.3.	Roles del docente	57
6.3.1.4.	Roles del estudiante	58
6.3.1.5.	Evaluación del modelo didáctico.....	59
6.3.1.6.	El modelo didáctico OPESER.....	59
6.3.2.	Iteración 1.....	60
6.3.3.	Iteración 2.....	62
6.3.4.	Iteración 3.....	63
6.3.5.	Iteración 4.....	65
6.3.6.	Iteración 5.....	66
6.4.	Evaluación.....	69
6.4.1.	Operacionalización de variables.....	69
6.4.2.	Instrumentos.....	72
VII.	Resultados y discusión.....	79
7.1	Análisis	79
7.2	Diseño	81
7.3	Aplicación	83
7.3.1.	Iteración 1.....	83
7.3.2.	Iteración 2.....	85
7.3.3.	Iteración 3.....	87
7.3.4.	Iteración 4.....	91

7.3.5.	Iteración 5.....	93
7.4	Evaluación	96
VIII.	Conclusiones.....	105
8.1.	Conclusiones	105
8.2.	Trabajos futuros.....	107
IX.	Bibliografía.....	108
X.	Anexos.....	123

Índice de Figuras

Figura 1	Mapa conceptual del marco teórico.	31
Figura 2	Fases generales de la IBD.	44
Figura 3	Capas del modelo didáctico OPESER.	52
Figura 4	Estructura del modelo didáctico OPESER.	53
Figura 5	Primer acercamiento del trabajo colaborativo de los estudiantes.	84
Figura 6	Primer acercamiento al uso de herramientas digitales.	84
Figura 7	Segunda aproximación al uso del modelo didáctico	86
Figura 8	Baremación: Aceptación de uso del modelo didáctico.	89
Figura 9	Niveles de Likert: Aceptación de uso del modelo didáctico.	90
Figura 10	Baremación: Aprendizaje de matemáticas de los estudiantes de ingeniería.	94
Figura 11	Niveles descriptivos: Aprendizaje de matemáticas de los estudiantes de ingeniería.	95
Figura 12	Baremación: Aceptación de uso del modelo didáctico.	97
Figura 13	Niveles de Likert: Aceptación de uso del modelo didáctico.	98
Figura 14	Diez dimensiones de la variable independiente del modelo didáctico ..	99
Figura 15	Baremación: Aprendizaje de matemáticas de los estudiantes de ingeniería.	100
Figura 16	Niveles descriptivos: Aprendizaje de matemáticas de los estudiantes de ingeniería.	101
Figura 17	Realizar actividades 1, 2 y 3 con ABP y lógica dialéctica.	102
Figura 18	Uso de herramientas como medios para el trabajo colaborativo.	103

Figura 19 Aprendizaje colaborativo y nivelación de aprendizaje entre miembros
del equipo.104

Índice de Tablas

Tabla 1	Resultados de la búsqueda: Referencias nacionales.	15
Tabla 2	Resultados de la búsqueda: Referencias internacionales.	17
Tabla 3	Definición de la variable independiente.	69
Tabla 4	Definición de la variable dependiente.	70
Tabla 5	Cómo trabajan los estudiantes con trabajo colaborativo.	72
Tabla 6	Uso de herramientas digitales con trabajo de equipo.	72
Tabla 7	Evaluación del uso del modelo didáctico de trabajo colaborativo en equipos.	73
Tabla 8	Escala valorativa de Likert.	74
Tabla 10	Dimensiones del instrumento de la variable dependiente.	76
Tabla 11	Escala descriptiva de cuatro niveles de logro.	76
Tabla 12	Porcentaje de aceptación de uso del modelo didáctico por estudiantes.	86
Tabla 13	Secuencia de operaciones para calcular V de Aiken.	88

Índice de Anexos

Anexo 1. Manual de operación modelo didáctico OPESER.....	123
---	-----

Abreviaturas y siglas

ABE	Aprendizaje Basado en Equipos
ABP	Aprendizaje Basado en Problemas
APP	Aprendizaje por Pares y Proyectos
Apps	Aplicaciones para móvil
FC	Flipped Classroom
IBD	Investigación Basada en Diseño
IA	Inteligencia Artificial
ITCH	Instituto Tecnológico de Chetumal
OPESER	Organización, Planeación, Ejecución, Supervisión, Evaluación, Retroalimentación
RK4	Runge-Kutta de 4to Orden
TecNM	Tecnológico Nacional de México
TIC	Tecnologías de la Información y Comunicación
UAQROO	Universidad Autónoma del Estado de Quintana Roo

Resumen.

El método tradicional para enseñanza de las matemáticas en ingeniería del Instituto Tecnológico de Chetumal causa desmotivación en los estudiantes y los mantiene pasivos, no aprenden con profundidad, bajo aprovechamiento y un alto índice de reprobación, que conducen a deserción escolar temprana. Esta investigación tuvo como objetivo evaluar un modelo didáctico sustentado en trabajo colaborativo mediante la plataforma Teams, fundamentado en el aprendizaje basado en problemas y la tecnología educativa para nivelar el aprendizaje en matemáticas de los estudiantes. La investigación fue en el aula con el fin de mejorar el nivel de aprendizaje de los estudiantes con trabajo en equipo, para ello, se usó la metodología Investigación Basada en diseño con un enfoque cíclico con las fases de análisis, diseño, aplicación y evaluación, en cinco iteraciones. El modelo didáctico se diseñó en las primeras tres iteraciones que refinaron la definición de un manual de operación de seis capas de responsabilidades para implementar cuatro actividades en la plataforma Teams: exposición del estudiante en equipos en las clases, dos actividades formativas de investigación en Word y resolución de problemas matemáticos en Excel y una evaluación sumativa. Con el modelo didáctico se trabajó con tutorías entre pares, trabajo colaborativo y ubicuo, aprender haciendo, dispositivos móviles, plataformas híbridas y TIC matemáticos. El rigor metodológico y del proceso de refinamiento en cada iteración, constata una progresión desde la iteración uno con una aceptación del 75% hasta la evaluación en la cuatro con un 89% de aceptación, en promedio 86% de viabilidad de aceptación de uso del modelo didáctico. En conclusión, la valoración de la percepción de logro fue del 76% en la nivelación del aprendizaje de las matemáticas en estudiantes al usar el modelo didáctico, este resultado transforma la enseñanza tradicional hacia un aprendizaje activo que promueve el pensamiento crítico.

Palabras clave: Modelo didáctico, trabajo colaborativo, nivelación de matemáticas, plataforma Teams, capas de responsabilidad.

Abstract.

The traditional method for teaching mathematics in engineering at the Chetumal Technological Institute causes demotivation in students and keeps them passive; they do not learn in depth, show low achievement, and there is a high failure rate, all of which lead to early school dropout. This research aimed to evaluate a didactic model supported by collaborative work through the Teams platform, based on problem-based learning and educational technology to level student's learning in mathematics. The research was conducted in the classroom with the aim of improving student's learning level through teamwork; for this purpose, The Design-Based Research methodology was used, with a cyclical approach consisting of the phases of analysis, design, implementation, and evaluation, in five iterations. The didactic model was designed in the first three iterations that refined the definition of an operating manual with six layers of responsibilities to implement four activities on the Teams Platforms: student's presentations in teams during classes, two formative research activities in Word, problem-solving of mathematical exercises in Excel, and one summative assessment. With the didactic model, peer tutoring, collaborative and ubiquitous work, learning by doing, mobile devices, hybrid platforms, and mathematical ICT were used. The methodological rigor and the refinement process in each iteration demonstrate a progression from a 75% acceptance rate in the first iteration to an 89% acceptance rate in the fourth, resulting in an average 86% viability regarding the acceptance of the didactic model's use. In conclusion, the perceived level of achievement regarding the leveling the mathematics learning among students using the didactic model was 76%; this result transforms traditional teaching into active learning that promotes critical thinking.

Keywords: Didactic model, collaborative work, math leveling, Teams platform, layers of responsibility.

I. Introducción.

El Instituto Tecnológico de Chetumal (ITCH) pertenece al Tecnológico Nacional de México (TecNM). En el ITCH las asignaturas de Ciencias Básicas son el tronco común de todas las licenciaturas, sus contenidos garantizan la teoría que se requiere para fortalecer el perfil de egreso del futuro profesionista para enfrentar la práctica productiva.

En este contexto, la enseñanza por transmisión y memorizar fórmulas para realizar únicamente ejercicios hipotéticos de manera algorítmica sin comprensión ni aplicación para resolver problemas de las situaciones físicas, queda obsoleto. Por esto, se considera necesario cambiar la secuencia didáctica de los docentes de las materias de matemáticas a un enfoque de trabajo colaborativo en equipos enfocado a la metodología del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), en el entendido de que el trabajo colaborativo favorece el desarrollo del pensamiento crítico a través de la práctica reflexiva (Márquez de Pérez, 2019).

También es muy importante que el ambiente y la cultura del aprendizaje sea confortable tanto en el aula, o en cualquier lugar que se utilice para trabajar y que el lenguaje matemático tanto del docente como del estudiante procure siempre la mejora continua en el aprendizaje (Dede y Taspinar Sener, 2021) a través de la conceptualización usando la lógica dialéctica para lograr el pensamiento crítico.

De acuerdo con el nuevo modelo educativo del TecNM, en la modalidad presencial en el ITCH, la educación se sustenta en la formación y desarrollo de competencias profesionales con responsabilidad del estudiante y del docente de una manera integral en busca de la mejora continua. Para el logro de las competencias el estudiante puede trabajar en equipo, hacer aportaciones cognitivas de otras asignaturas, usar recursos que promuevan un pensamiento crítico, trabajar por voluntad propia, hacer investigaciones de manera activa y considerar a las ciencias

básicas y las matemáticas como elementos centrales en la formación de los nuevos profesionales desde el Humanismo para la Justicia Social (Tecnológico Nacional de México, 2024).

1.1. Planteamiento del problema

En el departamento de Ciencias Básicas del ITCH se ha trabajado desde 2017 en el tema de altos índices de reprobación y bajos aprovechamientos en las asignaturas de matemáticas, es muy importante resaltar que los estudiantes de hoy aprenden con autonomía y son autodidactas basados en el uso de tecnologías educativas, uso de internet y practicar metodologías activas como Aprender Haciendo, por lo anterior, se han encontrado las raíces del problema, se mencionan a continuación, algunas de ellas:

- i. El profesor restringe el uso de dispositivos móviles en clases como para hacer las tareas.
- ii. El docente no considera escenarios para desarrollar habilidades prácticas al resolver necesidades del entorno.
- iii. Se limita a repetir ejercicios de los libros aplicando solamente la teoría en cálculos.
- iv. Muy escasa participación de los estudiantes, solo actúan con postura receptiva y pasiva.
- v. El objetivo del estudiantado es solo buscar una nota aprobatoria final.
- vi. El estudiantado no aprecia la aplicación del conocimiento matemático.
- vii. Siguen repartiendo los trabajos sin construcción de conocimientos de manera colaborativa.
- viii. El propósito de las actividades extraescolares no está claro.
- ix. El estudiantado reproduce la tarea sin aprendizaje significativo.
- x. Se practica el aprendizaje memorístico y falta desarrollo de pensamiento crítico.

Lo mencionado desmotiva al estudiantado, de tal manera que no atienden, faltan mucho a clases, solo reproducen información, o solo practicar el copiar y pegar de lo obtenidos en las redes.

Así que el estudiantado no aprende, no conceptualiza, no construye experiencia, no desarrolla pensamiento lógico, no hay desarrollo en toma de decisiones, bajo rendimiento académico, fracaso escolar o decide por otra disciplina en donde no existan problemas matemáticos.

En cuanto al nivel de aprovechamiento y el índice de reprobación, la Academia de Ciencias Básicas del ITCH ha implementado de manera anual desde 2017 una evaluación departamental de Cálculo Diferencial en el segundo semestre y de Cálculo Integral en el primer semestre de cada año. Los resultados han sido analizados y discutidos, llegando a la conclusión que los bajos niveles de aprovechamiento en su mayor parte es debido a los hábitos mencionados, por lo que se debe proponer nuevas estrategias en la instrumentación didáctica para combatir el problema. Aunado a ello, se está trabajando en una concientización para usar didácticas activas para que el estudiante logre un conocimiento matemático significativo y profundo.

En consideración de lo anterior, es necesario cambiar a un nuevo modelo didáctico que considere en la instrumentación didáctica el uso de las TIC y el trabajo colaborativo para hacer tareas basado en problemas tal como en el modelo educativo de Humanismo para justicia social en el que se señala "... la formación basada en competencias se reorienta hacia una perspectiva socioconstructivista e interdisciplinaria. Es decir, las competencias son el resultado de la interrelación del conocimiento, la práctica, la investigación y los valores que el profesional pone al servicio de la sociedad ..." (Tecnológico Nacional de México, 2024, p. 25), en donde a los estudiantes se les exige la teoría, la práctica, pensamiento crítico y reflexivo, trabajo en equipo, uso de las TIC y un proyecto social.

Este problema se ha tratado en varios estudios tal como Glinz (2005) que concluyó que el trabajo colaborativo sirve para adquirir conocimientos con grupos de aprendizaje y que el rendimiento depende del entorno, de la estrategia del enfoque pedagógico, de la disposición del instituto y de la disposición de colaboración del personal docente.

Para resolver el problema, se propone un nuevo modelo didáctico sustentado en trabajo colaborativo por capas de responsabilidades para hacer tareas por equipos basados en problemas para llegar a la nivelación del aprendizaje de matemáticas en equipos durante cada semestre.

En resumen, los estudiantes de matemáticas en el ITCH enfrentan problemas relacionados con el uso limitado de las TIC, falta de vinculación al perfil profesional, aprendizaje pasivo y ausencia de trabajo colaborativo, lo que se refleja en bajos niveles de aprovechamiento y alta reprobación.

1.2. Justificación

La práctica docente actual en las materias de matemáticas de las licenciaturas de ingeniería del ITCH se considera no funcional debido a que los estudiantes de hoy prefieren hacer sus tareas con metodologías basadas en el constructivismo con autoaprendizaje (Guamanzara-Zambrano y Arteaga-Linzán, 2023), y además, debido a que los docentes se resisten a un cambio de la didáctica del proceso de enseñanza-aprendizaje, cuando si es necesario cambiar la secuencia didáctica del aprendizaje de las matemáticas (Calero-Cerna y Veramendi-Vernazza, 2023).

Por ello, se ha impartido a los docentes varios cursos de trabajo colaborativo en Google Drive y Teams, para que los estudiantes hagan sus tareas en equipos basados en problemas de aplicación en la plataforma Teams y usar las TIC para las

operaciones algebraicas algorítmicas y tediosas, sin embargo, la mayoría de los docentes se resisten a cambiar el proceso de enseñanza-aprendizaje tradicional.

Por esos cursos. se ha implementado de manera muy aislada el trabajo colaborativo, con el objetivo de formalizar un procedimiento didáctico, lo que dio a la propuesta de esta investigación para el aprendizaje de las matemáticas aplicadas en ingeniería.

Se ha definido un manual de operación para evaluar la viabilidad y aceptación del modelo didáctico propuesto de acuerdo con el modelo educativo del TecNM.

El modelo didáctico se basará en la modelación matemática y resolución de problemas aplicativos contextualizados basados en la modelación matemática y uso de las TIC. Se sustentará en trabajo colaborativo, fundamentado en la metodología Aprendizaje Basado en Problemas y tecnología educativas con asesoría entre pares y el docente. Además, de acuerdo con Defaz (2017) el trabajo colaborativo debe ser apoyado con principios de la modelización matemática con Excel para desarrollar habilidades cognitivas y pensamiento matemático a través de saberes previamente adquiridos.

El modelo didáctico de trabajo colaborativo propuesto hará una transformación en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas en el ITCH. Al incluir metodologías constructivistas, el ABP y el uso de las TIC, se busca con ello afrontar las limitaciones de la práctica docente tradicional. La estructura por capas de responsabilidades, la atención cíclica y la retroalimentación continua más la modelización matemática, fomentarán un aprendizaje significativo. Este enfoque no solamente logrará nivelar el aprendizaje de los estudiantes, sino que desarrollará habilidades de pensamiento crítico y lógico-matemático, preparándolos para afrontar los desafíos de la ingeniería desde la perspectiva del humanismo y la justicia social.

Como producto final con este estudio se obtendrá un documento de un modelo didáctico sustentando en trabajo colaborativo en Teams con Excel, Word y las TIC, además, lograr con el trabajo en equipo nivelar el aprendizaje de los estudiantes al trabajar con equipo máximo de tres estudiantes para hacer sus tareas de matemáticas basado en ABP y el uso de tecnologías educativas.

Se persigue con el modelo didáctico promover en los estudiantes mayor interés hacia las matemáticas y lograr con ello resolver problemas matemáticos de aplicación ya sea en la vida real o en su perfil profesional.

El producto de esta investigación se espera sea usado por los docentes de ciencias básicas para que los estudiantes hagan sus tareas de matemáticas sustentado en ABP de manera activa, asíncrona, síncrona, ubicua y que el grupo logre nivelar el aprendizaje en matemáticas.

También como producto final, se tendrá el manual de operación del modelo didáctico. Por otro lado, se harán publicaciones para socializar el modelo a través de revistas indexadas y el registro de los derechos de autor a la terminación de este trabajo de tesis.

Los beneficios del modelo didáctico de trabajo colaborativo propuesto será reducir la deserción escolar, aumentar los niveles de las competencias matemáticas y lograr fortalecer en la formación del ingeniero, en su inserción laboral y en su capacidad de innovación.

Por otra parte, una vez terminada la tesis se tiene la anuencia de la dirección del TecNM plantel Chetumal para la implementación del modelo didáctico, de tal manera que todos los docentes del departamento de ciencias básicas deben usarla para sus clases de matemáticas, en caso de que la institución no adopte el modelo

didáctico, se continuará deteriorando el proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes de ingeniería y redundará en el perfil de egreso del estudiante.

En consecuencia, el modelo didáctico propuesto no solo atiende las deficiencias actuales, sino que responde a las exigencias institucionales del tecnológico Nacional de México en el marco del humanismo y la justicia social.

II. Antecedentes

El aprendizaje de las matemáticas debe ser con interacción constante entre estudiantes y docentes para una mejor construcción del conocimiento aprendiendo juntos, tal como indica Rodríguez et al. (2020) sirven para una mejora en las capacidades de aprendizaje en los estudiantes por esa interacción constante.

Según Gil (2018), para construir conocimientos nuevos es necesario tener conocimientos cognitivos previos y trabajo basado en solución de problemas, por esto, el cambiar a un nuevo modelo didáctico de trabajo colaborativo en Teams para que los estudiantes hagan sus tareas en equipos usando Word, Excel y las TIC, debe tener como resultado un incremento en el aprovechamiento en el aprendizaje y menor índice de reprobación de las matemáticas en ingeniería del ITCH.

La academia de Ciencias Básicas se ha enfocado al problema identificado, ha trabajado con los docentes y estudiantes para lograr aprender matemáticas con pensamiento crítico de acuerdo con lo que se establece en el modelo educativo del TecNM.

Con los trabajos mencionados, se ha podido hacer actividades como el realizado con Excel usando el método RK4 para solución de ecuaciones diferenciales, en lugar de usar transformadas de Laplace (Rao et al., 2019).

Sumado a ello, es necesario el enfoque de modelación matemática para la resolución de problemas matemáticos de situaciones de la vida cotidiana (Rangel et al., 2021), acompañado de los roles del estudiante y del docente definidos para trabajar con ese enfoque (Moreno y Couoh, 2022) y de acuerdo con Merlano et al. (2022) el aprendizaje de las matemáticas requiere de nuevas pedagogías que involucren las creencias, los conocimientos y las competencias TIC de cada docente. Se debe considerar un ambiente de trabajo colaborativo como sugieren

Pozas et al. (2023), con el fin de atender tanto al contexto extramatemático como los principios axiomáticos de las matemáticas.

Aunado a lo anterior, según Pérez González et al. (2020), los docentes deben estar capacitados con estrategias didácticas integradoras, además, de acuerdo con Contini et al. (2020) los estudiantes deben usar las TIC para resolver problemas matemáticos de su ámbito profesional para eliminar las operaciones algebraicas tediosas y sumado a ello, Williner (2021) concluye que es necesario trabajar con aula invertida en modo presencial para hacer las tareas creando comunidades de aprendizaje colectivo.

Además, Torres-Sánchez (2022) concluyó que se debe tener presente la teoría matemática desde la sinergia de las ciencias básicas para solución de problemas de ingeniería y que de acuerdo con Salgado y Aguilar (2021), se deben usar las herramientas de trabajo colaborativo para que el estudiante tome decisiones a través de la creatividad para resolver problemas. Pérez Collantes et al. (2022), aportan que los estudiantes deben ser más participativos para construir el pensamiento crítico, a través de la motivación, compromiso y del trabajo colaborativo en el aula como en la práctica. Por lo tanto, el modelo didáctico propuesto debe estar sujeto a los elementos siguientes:

Rol del docente y del estudiante: ha sido analizado en varios artículos por Ruiz Mori y Villar Paredes (2023) en el que concluyen que orienta el proceso educativo con recursos tecnológicos para el aprendizaje constructivista con la participación del estudiante; en trabajo colaborativo al resolver las tareas en equipos, beneficia el aprendizaje colectivo, aprendizaje constructivista con autoaprendizaje y trabajo colaborativo en plataformas colaborativas, donde el docente tendrá el rol de facilitador y el grupo la responsabilidad de la tarea, con una pedagogía digital (Méndez Carpio, 2022).

Estructura organizacional y capas de responsabilidades: al ejecutar el proyecto será con un procedimiento por capas de responsabilidades que se definirán similar a una estructura organizacional vertical de tipo jerárquico, docente y estudiantes lo debe conocer. Actuar con participación activa e interactiva con una cultura de compromiso (Ocampo et al., 2019).

Modelación matemática como base del trabajo colaborativo: se necesitan los principios de la modelación matemática para hacer tareas basados en problemas (Zayas-Batista et al., 2023); y según Durandt et al. (2022) el ambiente debe ser en un taller o una unidad de modelización matemática.

Ambientes y plataformas colaborativas: en un trabajo colaborativo se debe permitir la retroalimentación entre docentes y estudiantes y de acuerdo con Sánchez-Gálvez et al. (2021) se requieren de las plataformas colaborativas para compartir y adquirir conocimientos desde una perspectiva social con trabajo en cualquier lugar y en cualquier momento con dispositivos portátiles para optimizar el rendimiento académico del estudiantado.

Aplicación con las TIC y toma de decisiones: Este trabajo se diseñó para ser implementado en espacios colaborativos digitales entre estudiantes y docentes con herramientas TIC, tal como señala Benavides y Cacua (2022) que un problema puede trabajarse con uso de las TIC desde el planteamiento hasta la resolución sin generar el modelo matemático algebraico; y según Cabrera-Puig y Vitale-Alfonso (2022) con la solución obtenida posteriormente puedan servir al proceso de toma de decisiones.

En suma, la literatura evidencia que el trabajo colaborativo, apoyado en las TIC, modelación matemática y retroalimentación constante, no solo favorece la construcción colectiva del conocimiento, sino que transforma el rol del docente hacia

un facilitador y potencia la responsabilidad de los estudiantes a ser protagonistas de su propio aprendizaje.

2.1. Situación actual del estudio.

Una vez definido el tema de investigación, se realizó un análisis de los contextos locales, nacional e internacional de toda información que pudiese ser relevante de acuerdo con la problemática identificada.

En el contexto local, en la ciudad Chetumal, capital del estado de Quintana Roo, se encontró que ha estado emergiendo estudios en el tema de educación acerca de modelos didácticos en plataformas híbridas y el uso de Teams, tal y como en los expedientes del Congreso Internacional Academia Journals Chetumal 2024 en dónde como tendencia complementaria, se presentaron trabajos que se relacionan con aplicaciones de Inteligencia Artificial (IA), sin embargo, no se encontraron estudios de trabajo colaborativo en equipos con capas de responsabilidades.

En el estado de Quintana Roo, la Universidad Autónoma del Estado de Quintana Roo (UAQROO) en el año de 2024 realizó un encuentro con instituciones de educación superior del estado denominado Buenas Prácticas en el que se consideró modelos didácticos con incorporación de las TIC con el fin de mejorar el aprendizaje de estudiantes, el modelo didáctico de esta investigación con tono de mejora académica fue presentado como buenas prácticas en educación para nivelación de aprendizaje en matemáticas a nivel de ingeniería del que hubo muchas preguntas en cuanto a su operación, mismo que tuvo buena aceptación y viabilidad por la innovación en la estructura del modelo didáctico.

En el contexto nacional, en México, se encontró que hay un interés creciente en la implementación de modelos educativos, tal como en el TecNM que en el mes de septiembre de 2024 ha cambiado su modelo didáctico a uno con trabajo

colaborativo, trabajo en equipo, uso de ABP, uso de herramientas digitales y uso plataformas virtuales en el área de la educación, sin embargo, se identifica la necesidad de considerar estudios complementarios sobre nivelación de aprendizaje de los estudiantes de ingeniería con trabajo en equipo con capas de responsabilidades. El nuevo modelo educativo del TecNM, Humanismo para la Justicia Social (Tecnológico Nacional de México, 2024), se implementó en todos los tecnológicos del país a partir de enero de 2025.

En el contexto mundial, se identifica un auge significativo de estudios en los entornos virtuales en temas de trabajo colaborativo, aprendizaje colaborativo, modelos pedagógicos con integración de tecnologías educativas para impulsar el aprendizaje activo, trabajos en equipos, metodología ABP y diversas estrategias didácticas, esos avances presentan una oportunidad para complementar con ésta investigación, para cubrir el vacío en nivelar aprendizaje de matemáticas en ingeniería en ambientes de plataformas híbridas como Teams con el fin de incrementar el nivel de aprovechamiento de los estudiantes.

En síntesis, mientras que a nivel local y estatal los estudios sobre modelos didácticos con uso de las TIC aún son incipientes, a nivel nacional e internacional se observa un auge de estrategias colaborativas y metodologías activas. Esto refuerza la pertinencia de implementar y evaluar la viabilidad y aceptación de un modelo didáctico con trabajo colaborativo por capas en el ITCH.

De acuerdo con lo encontrado, a priori, este trabajo, se considera que tiene un potencial para abonar a vacíos en el contexto de esta investigación en cuanto a cerrar brechas y lograr la nivelación de las competencias educativas del cuerpo estudiantil de matemáticas en ingeniería del ITCH.

2.2. Estado del arte.

De acuerdo con Londoño Palacio et al. (2016), el estado del arte alude a la revisión de la literatura científica relevante sobre un tema específico de forma exhaustiva y crítica para ser estudiada e ir sistematizando la información correspondiente al estudio en cuestión. Permite conocer lo desarrollado sobre el tema, las tendencias actuales, los vacíos de conocimientos y las oportunidades de nuevas investigaciones.

Para el estudio se involucra el análisis de investigaciones de modelos didácticos de trabajo colaborativo en plataformas híbridas, uso de metodología ABP, tecnologías educativas en temas de aprendizaje de matemáticas en ingeniería y nivelación del aprendizaje con trabajo en equipo.

La finalidad de la revisión es encausar a un marco teórico firme que garantice esta investigación y que ayudará a explicar como el modelo didáctico de este trabajo contribuye y aporta innovación en el terreno de la educación matemática en ingeniería del ITCH.

De acuerdo con Lorenzo Maggiolli (2020), la literatura más importante encontrada a través de la revisión se puede organizar creando una tabla de acuerdo con las palabras clave derivadas del título y objetivo de la investigación.

Tabla 1

Resultados de la búsqueda: Referencias nacionales.

País	Estado	Autor (año)	Título del artículo o libro	Tema o subtema	Objetivo o Pregunta de investigación	Diseño de investigación usado	Conclusiones y hallazgos principales
México	Toluca	Palomino Alca, J. T. y Osorio Vidal, V. G. (2023)	El aprendizaje basado en problemas para el logro de competencias	Técnica en la enseñanza aprendizaje	Realizar una revisión bibliográfica de artículos que se relacionen con la estrategia de Aprendizaje Basado en	Revisión sistemática.	Al usar la metodología ABP se llega a mejorar con trascendencia el rendimiento académico y contribuye en el trabajo colaborativo

			en educación superior		Problemas (ABP).		de estudiantes de educación superior.
México	CdMx	Guerra-García, J., Guevara-Benítez, Y., Rugerio-Tapia, J. P., Hermosillo-García, Ángela y Pérez-Arana, M. F. (2023)	Percepción de estudiantes universitarios sobre la metodología del Aprendizaje basado en Equipos (ABE)	Métodos de enseñanza	Determinar las percepciones de los estudiantes respecto a la metodología ABE.	Cuantitativo con un diseño no experimental de corte transversal.	Se logró conocer la percepción de los estudiantes respecto a la metodología ABE, llegando a obtener evidencias de opiniones positivas acerca de este tipo de enseñanza ABE.
México	Tamaulipas	Molina-Montalvo, H. I., Macías Villarreal, J. C. y Hernández Fonseca, M. del R. (2023)	Evalando el uso de la plataforma Microsoft Teams en los procesos de enseñanza y aprendizaje durante la pandemia de COVID-19 en una universidad pública. Una perspectiva de los estudiantes	Educación virtual	Evaluar la percepción de estudiantes al usar Teams para llevar a cabo el proceso de enseñanza y aprendizaje durante el COVID	Cuantitativo , descriptivo y no experimental de tipo transversal descriptivo.	Los estudiantes se sintieron satisfechos con las características de Teams debido a que es de manejo fácil, facilitó el proceso de enseñanza y aprendizaje. Esto hizo que en el modo presencial se trabaje en modo mixto con el uso de Teams.
México	CdMx	Anchundia Roldán, N. de J., Anchundia Roldán, M. A., Chila Espinoza, B. M. y Angulo Quiñónez, F. M. (2023)	Metodologías Activas para un Aprendizaje Significativo	Pedagogía y didáctica	Establecer la relación entre las metodologías activas con el aprendizaje significativo.	Cuantitativo , con diseño no experimental de forma transversal correlacion al.	Se concluye que al aplicar metodologías activas se logra en los alumnos aprendizaje constructivo, dando significancia y una calidad alta en el trabajo del docente.
México	Nuevo León	Rosas Toro, M. A., Rosas Aguilar, C. J., Bridat Cruz, A. M. y Arán Sánchez, L. R. (2023)	Las TIC y los dispositivos móviles en la educación superior	Aprendizaje oblicuo y aprendizaje móvil	¿Cuáles son los efectos al usar dispositivos móviles en el ejercicio escolar de los estudiantes?	Mixto: cualitativa y cuantitativa .	Mobile learning en la educación superior en las ingenierías, tiene los efectos de que los estudiantes adquieren aprendizajes significativos a haciendo actividades virtuales colaborativas y ubicuas.
México	Nuevo León	Rocha Gámez, J. y Armijo Martines, S. (2021)	Experiencia docente en un curso de matemáticas virtual en pandemia COVID-19	Enseñanza virtual	¿Cuáles técnicas y estrategias de enseñanza virtual se implementarían construir aprendizaje	Sesiones teóricas en Microsoft Teams por subgrupos del curso de	El desempeño académico de alumnos de Matemáticas con clase virtual mostró resultados mejores en comparación

					significativo en estudiantes?	Matemáticas.	con las clases presenciales.
México	Baja California	Lozano-Ramírez, M. C. (2020)	El aprendizaje basado en problemas en estudiantes universitarios	Estrategias didácticas	El ABP produce experiencias, conocimientos y habilidades para la solución de problemas de la vida cotidiana y refuerza la formación del estudiante.	No experimental y con un estudio explicativo de tipo cuantitativo	El ABP aporta en la formación en competencias a estudiantes y ayuda en su proceso de aprendizaje para analizar y reflexionar los problemas de la vida cotidiana.

Tabla 2

Resultados de la búsqueda: Referencias internacionales.

País	Estado	Autor (año)	Título del artículo o libro	Tema o subtema	Objetivo o Pregunta de investigación	Diseño de investigación usado	Conclusiones y hallazgos principales
España	Murcia	Araya Cabrera, M. P. y Martínez Clares, P. (2023)	El Aprendizaje Basado en Problemas como estrategia de seguimiento de las competencias del perfil de egreso. Una experiencia en Ingeniería Civil en la Universidad de Valparaíso	Aprendizajes disciplinares y transversales	¿Cómo evidenciar que los estudiantes están desarrollando las competencias del perfil de egreso?	Investigación descriptiva e interpretativa, con enfoque mixto y diseño de triangulación concurrente (DITRIAC), no experimental.	La metodología ABP facilitó una interacción entre los integrantes de equipo, ayudando el autocontrol y la resolución de problema. El trabajo en grupos pequeños contribuye al fortalecimiento del perfil de egreso.
Colombia	Medellin	Ortiz Ortiz, M. L. y Hernández Yomayaza, O. M. (2023)	Aprendizaje basado en problemas mediado por una aplicación educativa móvil	Aprendizaje móvil	Analizar la contribución educativa que integra los fundamentos de ABP, diseño de una aplicación móvil para matemáticas y poner en práctica una secuencia didáctica.	Mixto: cuantitativo y cualitativo.	Usando la metodología ABP y una aplicación móvil, los estudiantes se sienten más comprometidos para aportar de manera activa en la construcción de saberes, en un ambiente de trabajo colaborativo.
USA	Florida	Amar, R. M. y Amar, H. M. (2023)	Aula invertida y trabajo colaborativo en educación superior	Aula invertida y trabajo colaborativo	Analizar la necesidad de cambiar los métodos de enseñanza tradicionales en la educación superior, al usar las Tecnologías de la Información y comunicación (TIC).	Investigación documental	Se concluye que el aula invertida y el trabajo colaborativo son un cambio paradigmático en la educación superior, lo hace más relevante, interactiva y alineada con las necesidades del siglo XXI para

							lograr profesionales competentes.
Ecuador	Loja	León Loaiza, M. A. y Sánchez, J. E. (2023)	Aprendizaje colaborativo en el aula de Matemáticas	Aprendizaje colaborativo	Analizar cómo el llevar a cabo estrategias colaborativas llegan a influir en el rendimiento académico y en la dinámica de las clases.	Investigación bibliográfica, documental y de campo.	El enfoque colaborativo creó mayor interés y curiosidad hacia las matemáticas. Se determinó el progreso significativo en la resolución de problemas matemáticos complejos y hubo interacción entre pares para una comprensión conceptual.
Argentina	Neuquén	Pozas, D. C., Araya, O. E. y Santori, M. L. (2023)	Análisis de aplicaciones de los sistemas de ecuaciones en textos de Álgebra Lineal y resoluciones con GeoGebra	Uso de aplicaciones	¿Qué características tiene el uso de GeoGebra en la resolución de los problemas propuestos?	Cualitativo de tipo descriptivo e interpretativo.	GeoGebra complementa el trabajo educativo, permite economizar tiempo en la resolución de problemas propuestos y más tiempo para la interpretación de resultados permitiendo la simulación.
Perú	Trujillo	Ruiz Mori, I. y Villar Paredes, E. (2023)	Trabajo colaborativo, un desafío desde aulas virtuales: una revisión bibliográfica	Trabajo colaborativo	¿Qué aportes describen el trabajo colaborativo en aulas virtuales?	Revisiones literarias de tipo descriptiva.	El trabajo colaborativo desarrolla habilidades para la solución de conflictos y en la toma de decisiones a través del trabajo en equipo en las aulas virtuales de aprendizaje.
Ecuador	Loja	Ayala Chauvin, M. A. (2023)	Aula invertida en matemática mediada por la creación de videos usando la plataforma YouTube para estudiantes de ingeniería	Aula invertida y uso de videos en YouTube	Conocer la percepción de los estudiantes sobre el aula invertida con el uso de videos de YouTube en escenarios de formación digitales con talleres síncronos.	Creación de videos y talleres de cada clase en YouTube.	Se concluye que hay una preferencia por trabajar con un enfoque de aula invertida y el uso de videos como complemento de trabajo del docente en comparación con el sistema tradicional.
Ecuador	Pichincha	Posso Pacheco, R. J., Córdor Chicaiza, M. G., Herrera Rojas, M. del C., Yáñez Ronquillo, N. del P. y	La nivelación de conocimientos: Retos de la educación post pandemia	Nivelación de conocimientos	¿Cuáles han sido las estrategias de nivelación más exitosas en los procesos de enseñanza aprendizaje después de la pandemia?	Enfoque cualitativo.	Se concluye que las estrategias para la nivelación de conocimientos después de la pandemia deben ser dos: una contextualización con base a las habilidades de los estudiantes y la intervención de los

		Jácome Machado, P. E. (2023)					padres de familia o tutores.
Colombia	Ocaña	Sanguino Reyes, M. R. y Cuesta Quintero, B. (2023)	Tercerización de servicios de tecnologías de información: Modelo de gobierno para las universidades públicas	Servicios capas y responsabilidades	Diseñar un modelo de gobierno para el servicio a terceros de tecnología de la información en las universidades públicas.	Cualitativa, desarrollada en tres momentos.	Se concluye que el modelo diseñado tiene un enfoque por capas que están asociadas a los procesos de las universidades, dispone actividades específicas para los dos actores a través de una gestión conjunta de responsabilidades en los niveles de la organización.
Peru	Trujillo	Montalvo Cobos, G. V., Lazo Tafur, Y. J., Astuquílca Quijada, I. M. y Figueroa Mejía, O. A. (2021)	Métodos de Aprendizaje Basado en la Resolución de Problemas como alternativa didáctica en el logro de competencias matemáticas	Estrategias de aprendizaje	Sustentar el uso de ABP y fundamentar con rigor científico su aplicación y estudiar la práctica de los docentes en las aulas de clase usando el método ABP.	Descriptivo con análisis hermenéutico dialéctico.	El estudiante al usar ABP aprende de los retos a resolver problemas matemáticos adquiriendo experiencia en sus capacidades y aprende a trabajar en equipo.
Ecuador	Guayaquil	Montero, E., Lamilla, E., Guzmán, D., Roblero, J., Pazmino, A., Gutiérrez, E., Velasco, V., Pabón, L. y Romero, A. (2021)	Metodología de aprendizaje por pares y proyecto: Una implementación innovadora del proceso enseñanza aprendizaje a nivel universitario en Ecuador	Aprendizaje por pares y proyecto	Presentar la estructura general de la metodología de aprendizaje por pares y proyecto (APP) como alternativa de modelo educativo para educación superior apoyado con tecnología.	Se usaron dos componentes instruccionales: una teórica y otra práctica-experimental, vinculadas entre sí.	Se concluye que el modelo APP combina características del aula invertida con STEAM para la construcción de conocimiento. El modelo ha demostrado un beneficio en cuanto a rendimiento académico de los estudiantes en comparación con las metodologías pasivas.
Ecuador	Azoques	Tapia-Vélez, J. J., García-Herrera, D. G., Erazo-Álvarez, J. C. y Narváez-Zurita, C. I. (2020)	Aprendizaje Basado en Problemas como estrategia didáctica para el desarrollo del razonamiento lógico matemático	Aprendizaje activo	Usar el APB como estrategia didáctica desarrolla el pensamiento lógico matemático.	Descriptiva correlacional no experimental transversal.	Usando la metodología ABP se puede cambiar la estrategia tradicional a una estrategia constructivista para desarrollar el pensamiento lógico matemático.
España	Asturias	Blanco Somolinos, R., González Fernández, J. L. y Solares	Virtualizando la enseñanza presencial en Matemáticas. Recursos en bachillerato y	Aprendizaje Online	¿Cómo dar clases de matemáticas online? ¿Cómo conectarnos con nuestros alumnos?	Se empleo pizarra virtual (con recursos sencillos) con clase invertida	Con la pizarra virtual se suplió trabajos presenciales usando vídeos grabados y con Teams se dieron

		Martínez, C. (2020)	nivel universitario		¿Cómo convertir nuestra pantalla en una pizarra para poder explicar?	virtual en Teams.	explicaciones en tiempo real, emulando la docencia presencial, con ello se responden a las preguntas.
Ecuador	Quito	Sarauz, M., Shuguli, J., Vaca, D. y Villafuerte, R. (2020)	Evaluación de satisfacción a los estudiantes sobre el uso del software Microsoft Teams	Educación virtual	Conocer la satisfacción de los estudiantes acerca del uso de Microsoft Teams	Metodología a cuantitativa.	Usar herramientas colaborativas e interactivas y Microsoft Teams cumple con todos los requisitos para transformar las clases presenciales a un formato Online.
España	Almería	González-Zamar, M. D. y Abad-Segura, E. (2020)	El aula invertida: un desafío para la enseñanza universitaria	Estrategia didáctica	Hacer una revisión sistemática para brindar un panorama teórico reflexivo de las experiencias del FC (flipped classroom) en la educación superior.	Revisión sistemática.	Se concluye que el método FC es una estrategia óptima para el desarrollo de las competencias generales y específicas en la enseñanza universitaria, para un aprendizaje del profesional.
Costa Rica	San José	Reyes Torres, G. A., Saavedra, J. H. y Aguayo-Vergara, M. (2019)	Aprendizaje basado en equipos en un curso de Ingeniería en Educación Superior	Aprendizaje basado en equipos	Observar y describir el efecto de incorporación del aprendizaje basado en equipos con uso del blog para formar de estudiantes en educación superior.	Cuantitativo , exploratorio , descriptivo con diseño transeccion al.	Se observó que los estudiantes aprenden haciendo, alineado con el constructivismo, paradigma del proceso de enseñanza a través de un proceso participativo e interactivo.

La revisión sistemática se desarrolló mediante la heurística desde preparar las palabras claves hasta la selección de los artículos para su interpretación y evaluación, por último, se seleccionaron trabajos que permitieron construir el andamiaje teórico del trabajo.

Para preparar las tablas 1 y 2 se revisaron artículos con el buscador Mendeley, entre los criterios usados para la selección fuesen artículos originales entre los años 2019 y 2024 tal que estén publicados en español, portugués o inglés. Se desecharon los que en contenido no correspondían al estudio. De lo encontrado hubo artículos sobre metodología ABP, Trabajo en plataforma Teams, Trabajo colaborativo,

trabajo en equipo, pero los resultados de esos trabajos no están integrados tal que puedan lograr nivelar el aprendizaje del estudiante de matemáticas en ingeniería. Las metodologías pedagógicas de todos los artículos encontrados están dispersas, así que al integrarlos se puede conseguir la nivelación del aprendizaje al hacer tareas de matemáticas con el modelo didáctico propuesto con capas de responsabilidades en plataformas híbridas basado en la metodología ABP y uso de tecnologías educativas (Cough et al.,2025).

La literatura que se relaciona en las tablas 1 y 2, muestran la evidencia de que existe un vacío en estudios sobre modelos didácticos que incorporen de manera integral el trabajo colaborativo y otras metodologías activas en un proceso operativo por capas de responsabilidades.

No obstante, se encontraron un variado número de estudios que tratan de manera aislada cada una de las estrategias y metodologías, la combinación de estos en un modelo didáctico en plataformas híbridas como Teams es un área que se identifica como una necesidad. Este vacío justifica el estudio del modelo didáctico que se propone para atacar el problema que se identifica resolver con esta investigación.

Esta investigación tiene como fin el llenar el vacío que se identifica en las tablas 1 y 2, esperando a un modelo didáctico con trabajo colaborativo que aporte un mejoramiento en la nivelación de competencias del estudiantado y contribuya una base para futuras investigaciones sobre el tema de educación en el área de ingeniería.

En cuanto a los métodos aplicados en la literatura encontrada que se refieren parcialmente al método didáctico propuesto, en resumen se observa revisiones sistemática sobre ABP para logro de competencias, evaluación cuantitativa del aprendizaje de las matemáticas con el uso de Teams, cuantificación del uso de metodologías activas, investigación mixta en aprendizaje ubicuo u uso de

dispositivo móvil, investigación documental en la aplicación de aula invertida y trabajo colaborativo en educación superior, investigación documental sobre trabajo colaborativo, uso de videos en clase, nivelación de conocimiento desde un enfoque cualitativo, servicios por capas de responsabilidades en una investigación cualitativa, análisis hermenéutico de lo dialectico, aprendizaje por pares y aprendizaje basado en equipos.

Entre los referentes teóricos más destacables están el aprendizaje colaborativo, aprendizaje en equipos, aprendizaje entre pares, aprendizaje significativo, metodologías activas, constructivismo, trabajo colaborativo, trabajo en equipos, aprendizaje basado en problemas, responsabilidad en trabajo en equipo, uso de las TIC, aula invertida, estrategias de nivelación de conocimientos, enfoque por capas aprender haciendo en plataformas híbridas. La aplicación de estas teorías tuvo éxito, algunos de manera individual y otros en combinación entre algunas de esas teorías, todo en beneficio a mejorar el aprendizaje de los estudiantes para incrementar su nivel de aprovechamiento.

De las tablas 1 y 2, los métodos mencionados más los referentes teóricos, no resuelven el problema que se plantea en este proyecto pero al combinarlos dan resultados muy útiles, de tal manera que en su conjunto más otros elementos de la propuesta planteada en este trabajo de tesis como es el uso de la metodología de aprendizaje en la mano y el uso de la dialéctica en las clases presenciales, lograran la nivelación de competencias al hacer tareas de matemáticas con trabajo colaborativo con responsabilidad y en equipo.

Para la estructuración del estado del arte se contempló la propuesta de George Reyes (2019), donde se consideran cinco momentos para definir la dirección que debe tomar el proyecto de investigación considerando la producción científica para generar nuevas teorías sobre un problema científico.

Después haber trabajado de manera disruptiva en los primeros cuatro momentos: adoptar una actitud o la semilla, la problematización o el objeto de estudio, búsqueda de literatura o inventario y, clasificación de la literatura y comprenderla o analizar, en un quinto momento se presenta el interpretativo o generación de teorías, análisis que presenta una perspectiva de los autores en el sentido semántico para saber el estado actual del problema identificado y sustenten el enfoque innovador de esta investigación. De lo anterior, se estructuran los trabajos en seis clasificaciones que a continuación se describen.

2.2.1. Aprendizaje Basado en Problemas

Uno de los aspectos del Aprendizaje Basado en Problemas es su fundamentación en la teoría pedagógica del constructivismo, para Palomino Alca y Osorio Vidal (2023) concluyen que el uso de ABP favorece en los estudiantes la construcción de conocimientos y habilidades, donde se promueve el trabajo colaborativo, trabajo en equipo y el uso de las TIC logrando el aprendizaje colaborativo y significativo. De igual forma Lozano-Ramírez (2020) destaca la contribución en los estudiantes en la construcción de conocimientos y en desarrollar competencias a través del pensamiento crítico con la práctica docente como facilitador. Finalmente, para Tapia-Vélez et al. (2020) establecen que ABP rompe que las estrategias de ejercicios repetitivos motivando una estrategia constructivista promueve en los estudiantes el pensamiento lógico matemático con aprendizaje perpetuo.

Otros aspectos importantes del ABP son destacados por Araya Cabrera y Martínez Clares (2023) quienes reportan que el ABP mejora el rendimiento académico de los estudiantes al trabajar en equipos pequeños con metodologías activas lo que permitió dar seguimiento al perfil de egreso para una mejora continua. Mientras tanto, para Ortiz Ortiz y Hernández Yomayusa (2023) la metodología ABP aporta a la construcción de saberes con las ventajas del trabajo colaborativo y el uso de las TIC en dispositivos móviles, algo destacable para la investigación en curso. Por último, se destaca el trabajo de Montalvo Cobos et al. (2021) quien muestra a ABP

como una metodología que sirve para convertir el aprendizaje pasivo a activo y para el desarrollo de habilidades en los estudiantes, sobre todo en la resolución de problemas matemáticos al trabajar en equipo.

2.2.2. Aprendizaje Basado en Equipos

Uno de los aspectos del Aprendizaje Basado en Equipos (ABE) es su fundamentación en la teoría pedagógica de las metodologías activas, de acuerdo Reyes Torres et al. (2019), se alinean con el constructivismo en estudiantes de ingeniería para superar las deficiencias de las enseñanzas tradicionales, a través de la metodología aprender haciendo con recursos audiovisuales y trabajo en equipo.

También se destacan a Guerra-García et al. (2023) que trabajaron con la metodología ABE con un enfoque orientado al desarrollo de habilidades de los estudiantes de nivel superior, concluyen que fomenta la comunicación y el pensamiento crítico, además, mostraron que los estudiantes tienen opinión positiva de esta metodología y para implementarla es necesario de instrumentos tales como las TIC a usar y trabajo virtual. Por otro lado, Montero et al. (2021) destacan que la metodología ABE está centrado al estudiante y se apoya en el uso de herramientas tecnológicas trabajando por pares y usando aula invertida para desarrollar habilidades lógico matemáticas trabajando en equipo para construcción de conocimientos, el modelo ABE demostró incremento en el rendimiento académico.

2.2.3. Uso de la Plataforma Microsoft Teams

Uno de los aspectos del Uso de la Plataforma Microsoft Teams es su fundamentación en la teoría pedagógica de las metodologías activas, tal como Blanco Somolinos et al. (2020) presentan la forma híbrida en la plataforma Teams al trabajar con las matemáticas de manera virtual con videos y en presencial usando

una Tablet con metodología de aula invertida, los resultados fueron una alta satisfacción para aprender en este modo. Por otro lado, Molina-Montalvo et al. (2023) encontraron que los estudiantes tienen habilidades para trabajo a distancia en modo híbrido, trabajar en equipo y manejo de Microsoft Teams para fomentar su autonomía y responsabilidad en uso de tecnologías educativas.

Otro aspecto que se puede destacar de las metodologías activas es como señalan Rocha Gámez y Armijo Martínez (2021) que los estudiantes de matemáticas en nivel superior obtienen mejores resultados en modo virtual que en modo presencial, ese resultado depende en parte del docente para orientar al estudiante a usar plataformas digitales con didácticas y estrategias para mejorar el aprendizaje del estudiante. De igual modo, Sarauz et al. (2020) lograron conocer la satisfacción de los estudiantes al usar Teams como herramienta colaborativa para transformar las clases en formato Online. Por último, se destaca la investigación de Posso Pacheco et al. (2023) en el que concluyen que la post pandemia del COVID-19 causó en los estudiantes bajo nivel de conocimientos, y para lograr nivelar el aprendizaje recurrieron a la estrategia de acompañamiento de los padres, contextualizando los entornos de aprendizaje y las habilidades de los estudiantes en pensamiento crítico, trabajo colaborativo, trabajo en equipo y razonamiento lógico.

2.2.4. Uso de las TIC

Uno de los aspectos del uso de las TIC es su fundamentación en la teoría pedagógica de metodologías activas, tal como Rosas Toro et al. (2023) demostraron que el aprendizaje en la mano al usar dispositivos móviles en educación superior para hacer ejercicios con las TIC en actividades colaborativas con trabajo ubicuo, logran aprendizajes significativos y habilidades cognitivas. También, Pozas et al. (2023) demostraron que el uso de software complementa la solución de problemas permitiendo agilizar tiempo en resolución facilitando la interpretación de resultados y la simulación. Otro aspecto que destacar es lo encontrado en el trabajo de

Anchundia Roldán et al. (2023), afirman que las metodologías activas generan en los estudiantes motivación para un aprendizaje profundo y significativo, y combinado con las TIC mejoran el trabajo docente para favorecer la educación

2.2.5. Aula invertida

Uno de los aspectos del Aula Invertida es su fundamentación en la teoría pedagógica de metodologías activas y trabajo en equipo, así como Amar y Amar (2023) que concluyen que por los avances tecnológicos es necesario adoptar esta estrategia didáctica en combinación con el trabajo colaborativo para desarrollar pensamiento crítico y resolución de problemas con el uso de las TIC hacia una mejora en el logro de las competencias profesionales además de potenciar la comunicación y fomentar la innovación en la educación superior.

Se resalta lo obtenido en la investigación de Ayala Chauvin (2023) quien muestran que el uso de Aula Invertida mejora el rendimiento académico de los estudiantes en comparación con la enseñanza tradicional, mejoran sus habilidades en resolución de problemas, mayor compromiso en el aprendizaje de las matemáticas para ingeniería. Aunado a ello, González-Zamar y Abad-Segura (2020) concluyen que esta metodología activa propicia el aprendizaje colaborativo, trabajo en equipo y uso de las TIC a través de recursos didácticos con un buen diseño de contenidos para favorecer la preparación al mercado laboral.

2.2.6. Trabajo Colaborativo

Uno de los aspectos del Trabajo Colaborativo es su fundamentación en la teoría pedagógica de metodologías activas centrado en el estudiante con trabajo en equipo, muestra es en el trabajo de León Loaiza y Sánchez (2023) al evaluar la evolución de los estudiantes con esta metodología y encontrar que mejora en los estudiantes el rendimiento académico en matemáticas, a la vez, desarrollan

creatividad, autonomía y pensamiento crítico. Más lo que Ruiz Mori y Villar Paredes (2023) destacan, que el trabajo colaborativo desarrolla habilidades para la búsqueda de soluciones con trabajo en equipo en ambientes virtuales y uso de las TIC para un aprendizaje colaborativo mediados por el docente.

Además de las clasificaciones mencionadas, se resalta considerar la metodología por capas del estudio realizado por Sanguino Reyes y Cuesta Quintero (2023) para la tercerización de servicios tecnológicos entre tres universidades, en el que proponen un modelo de coherencia vertical que considera una estructura con enfoque por capas transversalizadas de responsabilidades para el gobierno y para la gestión en la tercerización de los servicios considerando los niveles de cada organización en las universidades.

De los 23 trabajos seleccionados se destacan las aportaciones de Palomino Alca y Osorio Vidal (2023), Blanco Somolinos et al. (2020), Rosas Toro et al. (2023) y León Loaiza y Sánchez (2023), los resultados de sus investigaciones contienen conceptos que sustentan y dan solidez en gran manera a este proyecto.

En síntesis, el estado del arte al que se llegó con las tablas 1 y 2, se sustenta con 23 estudios enfocados a resolución de problemas, trabajo en equipo y metodologías activas tales como aula invertida, uso de las TIC, el trabajo colaborativo, plataformas híbridas como Teams y aprendizaje basado en equipo. Los hallazgos previos de esos autores proporcionan un marco conceptual y evidencias que justifican la solidez y la legitimidad de este trabajo de tesis doctoral. Los resultados respaldan la relevancia del modelo didáctico enfocado en nivelar competencias matemáticas, demostrando así que las estrategias de enseñanza activa y colaborativa son efectivas.

El modelo propuesto en este trabajo se fundamenta en el ABP y se implementa principalmente en el entorno tecnológico de la plataforma Teams, se alinea de

manera directa con las teorías del aprendizaje colaborativo, el constructivismo social de Vygotsky y la teoría de cognición distribuida centrado en la responsabilidad del estudiante. Para el proceso dinámico de contextualización y conceptualización temática se integra la lógica dialéctica en el aula de clases para fomentar el pensamiento crítico y el aprendizaje profundo. Por esta razón, el modelo didáctico propuesto, no solamente organiza, sino que sistematiza todas esas prácticas que han sido probadas bajo un marco teórico robusto, sino también favorece a una oportunidad trascendente dentro del campo académico.

La solución didáctica innovadora que se propone reduce la brecha matemática en ingeniería desde una visión de matemáticas aplicadas con el uso de ABP, vital para mejorar significativamente el desempeño matemático de los futuros ingenieros en su desarrollo profesional.

III. Fundamentación teórica

En este capítulo se presenta el sustento teórico y epistemológico del modelo didáctico de trabajo colaborativo propuesto para la nivelación de competencias matemáticas al hacer tareas en resolución de problemas, el modelo está enfocado a resolver los problemas de la metodología de enseñanza-aprendizaje tradicional memorista a través de una pedagogía innovadora integrando tecnologías educativas. Se basa en el conocimiento de que el aprendizaje de las matemáticas en ingeniería se necesita de una base conceptual robusta de tal manera que integre dinámicas del aprendizaje colaborativo, trabajo en equipo, aprendizaje basado en problemas, al igual que con los requerimientos en el ámbito digital y laboral. En consecuencia, se elabora una cartografía de conceptos que integra metodologías activas con teorías sustentadas de aprendizaje y de cognición, evaluando cada elemento del modelo propuesto.

El modelo propuesto se sustenta en tres principales ejes que determinan su operación y demuestran su viabilidad y preferencia de uso: el enfoque metodológico establecido en la metodología ABP en el que los estudiantes trabajan en equipo y son protagonistas de su propio aprendizaje para construir conocimientos y habilidades que se basa en el Trabajo Colaborativo como herramienta de interacción y la colaboración activa entre pares y con el docente tanto en el aula como en extraclase; en el enfoque teórico basado en el Constructivismo Sociocultural de Vygotsky y las teorías de cognición para resolución de problemas que contribuyen al aprendizaje significativo y el pensamiento crítico; y en el enfoque emergente del conectivismo como teoría del aprendizaje en la era digital centrado en la tecnología y su énfasis en las redes para entornos de aprendizaje electrónico.

La integración de esos tres enfoques busca construir conocimientos y fortalecer las competencias y habilidades matemáticas para aplicación en el campo laboral y académica.

Se complementa la fundamentación teoría con el marco normativo del TecNM, ya que al implementar la propuesta fortalecerá al nuevo modelo educativo implementado a partir del año 2025, esto asegura la viabilidad y la factibilidad del modelo didáctico propuesto. Los aspectos didácticos han sido organizados y conectados para definir una disciplina clara en lograr nivelar aprendizaje exitoso en matemáticas de los estudiantes con trabajo en equipo y en capas de responsabilidades.

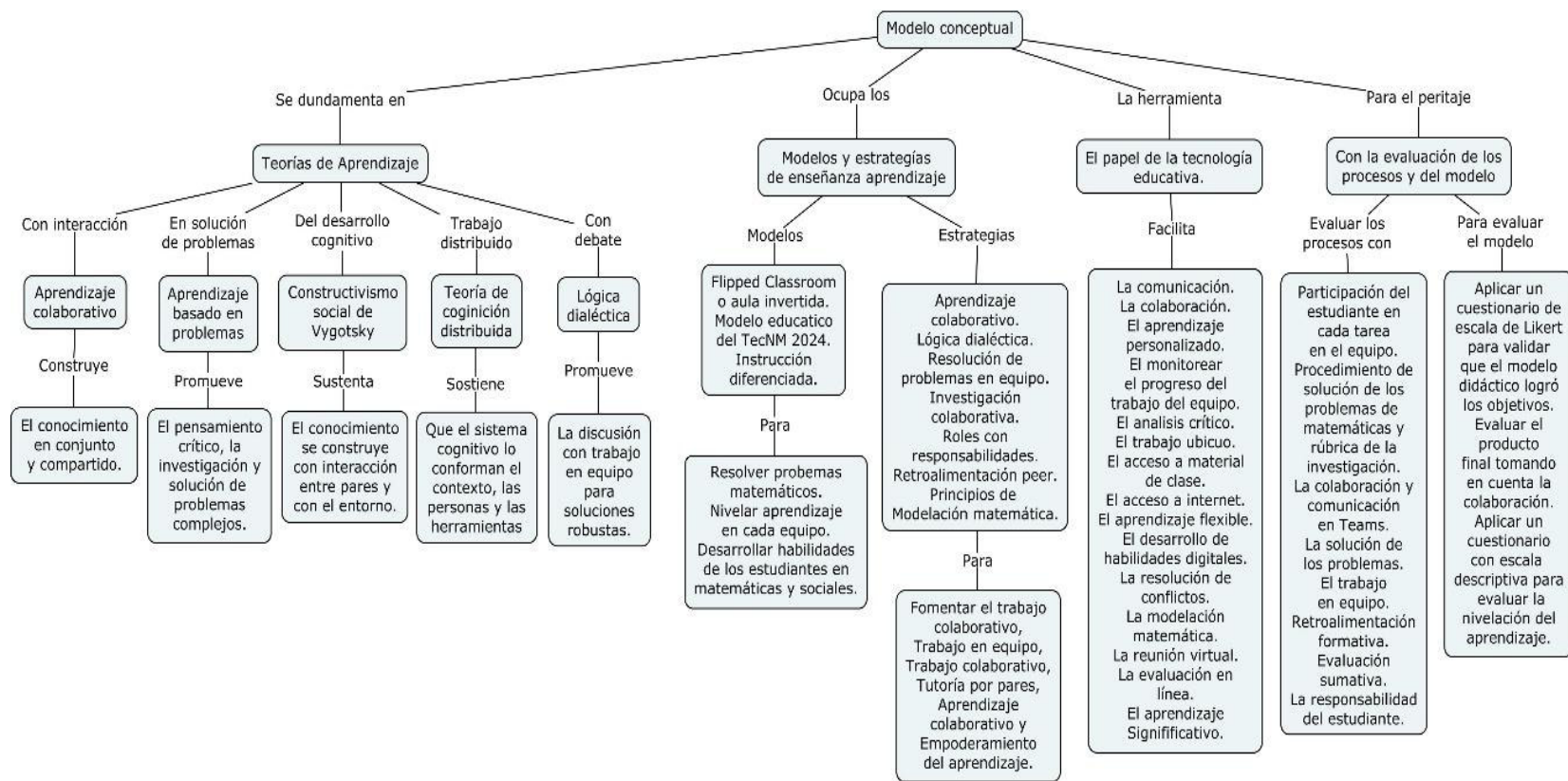
En resumen, este capítulo es una guía para crear el modelo didáctico que sirve de referencia para su implementación y ejecución de acuerdo con el plan para lograr los objetivos.

3.1. Cartografía de concepto

Para dar una visión estructural y las relaciones esenciales del modelo, se presenta un mapa conceptual que se muestra en la figura 1, describe las teorías de aprendizaje, los modelos y estrategias del proceso de aprendizaje, las herramientas y la evaluación de los procesos.

Figura 1

Mapa conceptual del marco teórico.



3.2. Conceptos relevantes.

Aprendizaje Basado en Problemas. De acuerdo con Coronel Tello et al. (2023), la metodología ABP produce en los estudiantes: motivación, desarrollo de competencias, propicia a construir conocimiento mediante del pensamiento crítico y reflexivo, desarrolla el trabajo colaborativo y autónomo, produce experiencia en la resolución de problemas matemáticos y de la vida real y laboral, perfecciona la toma de decisiones y mejora el aprendizaje significativo. En los docentes permite un rol activo, genera motivación, facilita la investigación en el aula, es facilitador y aprende dentro del aula.

Aprendizaje colaborativo. En la revisión bibliográfica de Palomino Alca y Osorio Vidal (2023), concluyen que el ABP beneficia la construcción del conocimiento, robustece las habilidades y genera mejoría en el rendimiento de los estudiantes mediante el trabajo colaborativo y la aplicación de las TIC para conseguir un aprendizaje profundo y constructivista. Estos métodos de aprendizajes convierten a los estudiantes en protagonistas de su propio aprendizaje de manera activa y aprende a trabajar en plataformas híbridas, son alternativas de la enseñanza tradicional en el que el estudiante actúa pasivo.

Aprendizaje significativo. En un estudio de González-Zambrano et al. (2022) investigaron que al aplicar las TIC de manera efectiva en el aprendizaje significativo de estudiantes será necesario que los docentes tengan capacitación en saberes digitales y tener conocimientos de la teórica y de la práctica para que el aprendizaje sea significativo con el apoyo de las tecnologías.

Aula invertida o Flipped classroom. Se puede aprender matemáticas en el aula de manera diferente a la metodología tradicional de enseñanza, tal como Coto Villalobos (2021) admitieron que el aula invertida es un excelente complemento de la modalidad presencial debido a que genera autonomía al estudiante con un trabajo

previo para adquirir conocimientos previos a la clase y así, mejorar su rendimiento académico.

Constructivismo social de Vygotsky (1988). Para concretar conocimiento se logra con el desarrollo cognitivo de Piaget (1991) que trata de tres enfoques: teoría, procesamiento de la información y flujo; más el postulado de Vygotsky que asevera que el conocimiento se construye con significado social tomando en consideración el entorno al interactuar entre los sujetos (estudiante-docente, estudiante-estudiante), el uso de instrumentos (tecnologías educativas) y una normativa (modelo didáctico) para dirigir la actividad o tarea a realizar. Esto hace que esa comunidad de aprendizaje colaborativo aporte para que el estudiante logre desarrollar sus competencias (Serrano González-Tejero et al., 2011).

Empoderamiento del aprendizaje del estudiante. En la plataforma Teams los estudiantes tienen disponible muchas aplicaciones que a la vez pueden interactuar con sus compañeros de clase y con el docente, esta es una de las alternativas del esquema tradicional del aprendizaje, en la investigación de Rodríguez-Guijarro y Castro-Salazar (2021) colegian que los estudiantes se empoderan de su aprendizaje mediado por el docente y con ello desarrollar las competencias en tecnología educativa que enriquecen su perfil profesional.

Escala descriptiva. Con este tipo de escala se valora la percepción de logro de la nivelación de aprendizaje de los estudiantes a través de una autoevaluación y coevaluación, los resultados se pueden mostrar en una gráfica, cada indicador se conforma de preguntas con explicación completa con sus opciones nominales y descriptivos en un orden valorativo. Los resultados visualizan de manera cuantitativa y cualitativa la percepción favorable de logro en la nivelación de aprendizaje de los estudiantes al usar el modelo didáctico sustentado en trabajo colaborativo y fundamentado con la metodología ABP y tecnológicas educativas.

Escala de Likert. Con esta escala se evaluará y definirá progresivamente el modelo didáctico mediante el enfoque de la IBD, del extracto de Maldonado Luna (2012), se menciona que el instrumento de medición con la escala de Likert permite recolectar datos de tipo ordinal y cuantitativos de la investigación, por cada ítem puede constar de 2 a 7 niveles en las opciones, sugiriendo que cinco niveles son suficientes para recoger datos para obtener información. En este proyecto se usó una escala con cinco niveles para evaluar la viabilidad de aceptación del modelo didáctico de trabajo colaborativo.

Instrucción referenciada. Carol Ann Tomlinson (1999) del estado Virginia de Estados Unidos, fue una de las primeras en aplicar la instrucción referenciada, el método puede identificar recursos para mejorar el aprendizaje, indicaciones del aprendizaje, los estudiantes demuestran su aprendizaje y pueden trabajar en equipo en un ambiente propicio para el aprendizaje. En un estudio de Acosta et al. (2018) deducen que los estudiantes al usar la instrucción referenciada en el aula con equipos de trabajo en hacer sus tareas basados en guías didácticas para resolver problemas de matemáticas con una evaluación continua llegan a incrementar sus aprendizajes más que en el esquema tradicional.

Lógica dialéctica. Fue desarrollado desde el pasado por diferentes filósofos, sin embargo, Heráclito fue considerado el padre de la dialéctica, luego siguieron Platón y Aristóteles. Más tarde, Hegel fundamentó la ley de los contrapuestos como tesis y antítesis, de allí nació la síntesis. Los conceptos de la ley de los contrapuestos de Hegel son asumidos por el TecNM en su modelo educativo 2024 para el aprendizaje con humanismo para la justicia social.

Modelación matemática. En la investigación de Mejía et al. (2022) mostraron que con la modelación matemática se desarrollan habilidades que logran competencias de las matemáticas al resolver problemas de matemáticos de ingeniería. Con esa

estrategia didáctica eficaz logra ayudar a la comprensión de soluciones a problemas con el apoyo de la matematización.

Modelo educativo del TecNM 2024. El 30 de septiembre de 2024 se autorizó el nuevo modelo educativo del TecNM denominado “Humanismo para la Justicia Social”, el cual busca formar profesionales e investigadores con un alto sentido de responsabilidad social, habilidades para resolución de problemas, con pensamiento crítico, competentes de aplicar sus conocimientos y habilidades para evolucionar su entorno a través de una variedad de programas educativos de nivel licenciatura y posgrado, de áreas de ingeniería, tecnología, ciencias, administración y humanidades.

Nivelar aprendizaje. El objetivo disminuir la brecha de aprendizaje por razones de economía cultura, familiar u otro que puede dificultar el logro del nivel de competencia requerido. Para esto se implementan estrategias para adecuar las actividades del aprendizaje tal como el uso de herramientas de apoyo como las TIC, uso de la metodología ABP, investigación aplicada en Teams y trabajo colaborativo en equipos con aprendizaje colectivo. La nivelación del aprendizaje es importante para evitar que los estudiantes salgan afectados durante el proceso del aprendizaje y además, que logren un buen rendimiento académico al alcanzar las competencias de comunicación y matemáticas de las materias del currículo de la carrera (Rosales-Reyes et al., 2024).

Retroalimentación peer. Esta estrategia facilita que los integrantes de los equipos se retroalimenten entre sí y poder retroalimentar a otros equipos tanto en hacer la tarea de investigación aplicación en ingeniería como en las tareas de problemas matemáticos, favoreciendo el aprendizaje colaborativo de forma armónica y positiva. Molina et al. (2020) lograron resultados satisfactorios al usar la retroalimentación entre pares en la asignatura de laboratorio de Desarrollo Industrial, descubrieron que el equipo de trabajo fue mejor organizado y con mucha

motivación mediante la retroalimentación formativa, pero como en todo hubo inconvenientes como el que no todos los integrantes del equipo aceptaban el mismo nivel de responsabilidad, pero hallaron que aumenta el nivel de preparación del estudiante por cada retroalimentación al usar herramientas de gestión a distancia. Sugieren que al optar por una alternativa nueva puede mejorar la retroalimentación entre pares al trabajar en equipo, así que en esta investigación se considera las capas de responsabilidades.

Roles de responsabilidades por capas. Para lograr un trabajo con eficiencia, se definen actividades y responsabilidades por capas tanto para el docente como para los estudiantes y de los equipos. Pero también, cada uno de los estudiantes tienen la responsabilidad de aportar en cada uno de los ejercicios de la tarea y la responsabilidad de terminar toda la tarea con oportunidad con trabajo colaborativo con la vigilancia oportuna del docente para lograr un trabajo equitativo. Esto es similar a la programación por capas en diseño de software donde explica Walther Curo de Cruz (2024) que cada capa es un proceso encapsulado con responsabilidades únicas que se comunican entre si con la que antecede y con la subsecuente, para que con ello las capas puedan ser actualizadas de una en una sin afectar las demás. El modelo didáctico propuesto está organizado de manera similar, se define con seis capas de responsabilidades.

Teams, Excel y Word. Con estas herramientas, se logra el trabajo colaborativo y interactivo en línea, tal como en la investigación de Sarauz et al. (2020) que comprobaron que los estudiantes que trabajan en la plataforma Teams sienten satisfacción y ven indispensable el uso de las tecnologías educativas activas en estos tiempos, ya que, como complemento a las clases presenciales, asisten al aprendizaje interactivo y virtual.

Tecnología educativa. Estas herramientas incrementan el nivel de aprovechamiento académico al desarrollar habilidades digitales y pensamiento crítico y por otro lado,

facilitan y optimizan el aprendizaje de los estudiantes. De acuerdo Mora Pluas et al. (2023) los docentes tener estar siempre actualizados en tecnologías educativas y en pedagogía digital para trabajar de manera armónica con los estudiantes al usar tecnologías educativas para el aprendizaje de las matemáticas aplicativas y que las instituciones deben tener una estructura tecnológica robusta y actualizada.

Teoría de cognición distribuida. Edwin Hutchins (1995) fue el pionero de la teoría, mostró que el sistema cognitivo valora la interacción en el medio contexto social y cultural, las herramientas tecnológicas y así como a las personas. Al usar la teoría en las trabajan las actividades o tareas con trabajo colaborativo en equipo, es una evidencia de que el proceso del pensamiento se desarrolla en la mente y en la práctica. En la investigación de Roselli (2016) asegura que la cognición distribuida o pensamiento en red, es una teoría que puede incorporarse en un modelo didáctico para el aprendizaje colaborativo socioconstructivista mediado con trabajo por equipos y por computadora de forma dinámica para partir a las inercias del aprendizaje individual.

Trabajo en equipo. Para que el docente fomente el trabajo colaborativo en equipo para hacer actividades (tareas) que fomenten el pensamiento crítico, es requisito contextualizar el aprendizaje de matemáticas. De conformidad con Contini et al. (2020) los estudiantes al trabajar en equipos para la resolución de problemas multidisciplinares y lograr soluciones más concretas a los problemas, deben apoyarse en las TIC y en la investigación, para propiciar la construcción de conocimientos a través del pensamiento crítico. Por otra parte, León Loaiza y Sánchez (2023) aseguran que el trabajo colaborativo en equipo potencia la comprensión conceptual a tener conocimientos disciplinares previos, fomentado la creatividad, el pensamiento crítico y una mejora en el rendimiento académico al trabajar en equipo para que de esta manera se logre la nivelación de aprendizaje de las matemáticas.

Sumado a lo anterior, con la práctica deliberada, los estudiantes fortalecen su aprendizaje intencionalmente (Benavidez, 2020).

Es trascendental la intervención del docente como facilitador y fundamental tener pedagogía digital y experiencia para orientar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Con ese rol, se incentiva la responsabilidad colectiva e individual del estudiante que lo potencia para hacer y terminar con oportunidad sus tareas, esta sinergia produce la optimización del aprendizaje. El trabajo en equipo facilita lograr los objetivos y a la vez poder lograr la nivelación del aprendizaje de matemáticas. Este es uno de los enfoques de colaboración propicio para construir conocimiento con aprendizaje colaborativo, el trabajo en equipo logra éxito académico en los estudiantes.

Trabajo por pares o tutoría por pares. Pavía Mendoza y de la Cruz Flores (2023) en una revisión sistemática colegian que la tutoría entre pares es un recurso auxiliar que logra en los estudiantes aprender de forma colegiada en la resolución de problemas matemáticos y construir conocimiento significativo enfocado en los que saben más ayuden a aprender a los que menos saben.

Trabajo ubicuo. Este tipo de trabajo es flexible, es a distancia, interviene la tecnología educativa para facilitar el realizar las tareas en cualquier lugar, en cualquier momento y con la herramienta que disponga, siempre y cuando se tenga comunicación mediante servicio de internet, eso facilita el trabajo colaborativo y desarrolla el aprendizaje autónomo del estudiante. En una revisión sistemática de Nestor Alberto García Sánchez (2023), concluye que dentro del sistema educativo el aprendizaje en el contexto ubicuo ha tenido una afluencia en las áreas de ingeniería, mediados por uso de dispositivos móviles provee a la democratización de la información, también halló que los docentes tienen poca experiencia en la aplicación de tecnologías educativas genera una barrera en el proceso de enseñanza-aprendizaje. En la implementación del modelo didáctico propuesto está

considerada la capacitación continua en tecnologías educativas a los docentes de Ciencias Básicas del ITCH.

3.3. Marco normativo.

Los primeros institutos tecnológicos en México fueron el Instituto Tecnológico de Durango que fue fundado el 02 de agosto de 1948 y el Instituto Tecnológico de Chihuahua fundado en septiembre del mismo año, son los que dieron origen e inicio de la educación tecnológica en México. A partir de entonces, el sistema de institutos tecnológicos se fue expandiendo en todo el país de México, hasta que el 23 de julio de 2014 nació el TecNM como un órgano desconcentrado de la Secretaría de Educación Pública (Diario oficial de la Federación, 2014).

El TecNM es la institución más grande de México y de América Latina en el sistema de educación superior tecnológica, está conformado de 254 Institutos Tecnológicos y Unidades Académicas. Se rige por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (Diario oficial de la Federación, 2025), la ley General de Educación (Diario Oficial de la Federación, 2019), la Ley General de Educación Superior (Cámara de Diputados, 2021), también por su marco normativo interno que incluye Reglamentos y Lineamientos Académicos y Administrativos, y otros como el Sistema de Gestión de Calidad, de Igualdad de Género y de Medio Ambiente.

El TecNM tiene un fuerte compromiso con la investigación, el desarrollo tecnológico y la vinculación con el sector productivo, impulsa de movilidad estudiantil y académica, así como participa en la cooperación internacional con distintas instituciones educativas de tal forma que ha firmado pactos con la Organización de las Naciones Unidas para el desarrollo sustentable y para la responsabilidad social.

Todas las actividades del modelo didáctico de trabajo colaborativo se basarán en los reglamentos y normas del TecNM, principalmente en el Manual de Lineamientos

Académico-Administrativos en su capítulo cinco para diseñar el proceso de evaluación y acreditación de asignaturas (Tecnológico Nacional de México, 2015, p. 14). En el mismo manual en su capítulo 10, es donde se establecen los procesos y características de las actividades complementarias de participación de los estudiantes de ingeniería.

IV. Hipótesis

4.1 Pregunta de investigación

Según lo mencionado por Couoh et al. (2025):

¿Qué efecto se produce al usar la propuesta de un modelo didáctico sustentado en trabajo colaborativo fundamentado en el aprendizaje basado en problemas y la tecnología educativa en el aprendizaje de los estudiantes de ingeniería del ITCH al hacer tareas de matemáticas en la plataforma Teams?” (p.33)

4.2 Hipótesis

Según lo mencionado por Couoh et al. (2025):

Si se implementa un modelo didáctico sustentado en trabajo colaborativo fundamentado con aprendizaje basado en problemas y tecnología educativa para hacer tareas de matemáticas en la plataforma Teams, se puede llegar a lograr la nivelación de aprendizaje en los estudiantes de ingeniería. (p.38)

V. Objetivos.

5.1. Objetivo general

Según lo mencionado por Couoh et al. (2025):

Evaluación de un modelo didáctico sustentado en trabajo colaborativo en la plataforma Teams fundamentado en el aprendizaje basado en problemas y la tecnología educativa para nivelar el aprendizaje en matemáticas de los estudiantes de ingeniería en el ITCH. (p.32)

5.2. Objetivos específicos

1. Elaborar el manual del procedimiento de operación por capas de responsabilidades que conformarán el modelo didáctico de trabajo colaborativo.
2. Estructurar la estrategia didáctica fundamentada en la metodología ABP para hacer las tareas de matemáticas en plataformas híbridas en equipos.
3. Identificar las actividades, instrumentos de comunicación y herramientas para trabajar con el modelo didáctico de trabajo colaborativo usando tecnologías educativas y las aportaciones del trabajo en equipo a los estudiantes.
4. Definir las operaciones interactivas de la propuesta pedagógica mediante el manual de operación.
5. Aplicar el modelo didáctico sustentado en trabajo colaborativo para evaluar la nivelación del aprendizaje de los estudiantes en matemáticas.

VI. Metodología

El trabajo se guio desde una perspectiva mixta con proyección descriptivo-explicativo supeditado por la fase iterativa de la metodología Investigación Basada en Diseño (IBD). El componente cuantitativo se procesa desde los descriptivo y frecuencias ordinales que caractericen los niveles de preferencia al usar el modelo didáctico y percepción de la nivelación en aprendizaje de matemáticas de ingeniería a través de la baremación y análisis de Likert. El componente cualitativo trata sobre el análisis reflexivo y sistemático del proceso iterativo de la implementación dentro del aula y al hacer tareas de investigación y resolver problemas matemáticos del contexto mediante el refinamiento progresivo para la definición del manual de operación.

Debido a que esta es una investigación aplicada en el área de educación, las fases de trabajos realizados se basan en la IBD, y como señalan De Benito Crosetti y Salinas Ibáñez (2016), se ha utilizado en la educación en ingeniería para resolver problemas en contextos reales y contribuir en construir conocimiento sobre la práctica en el proceso educativo a través de la investigación práctica.

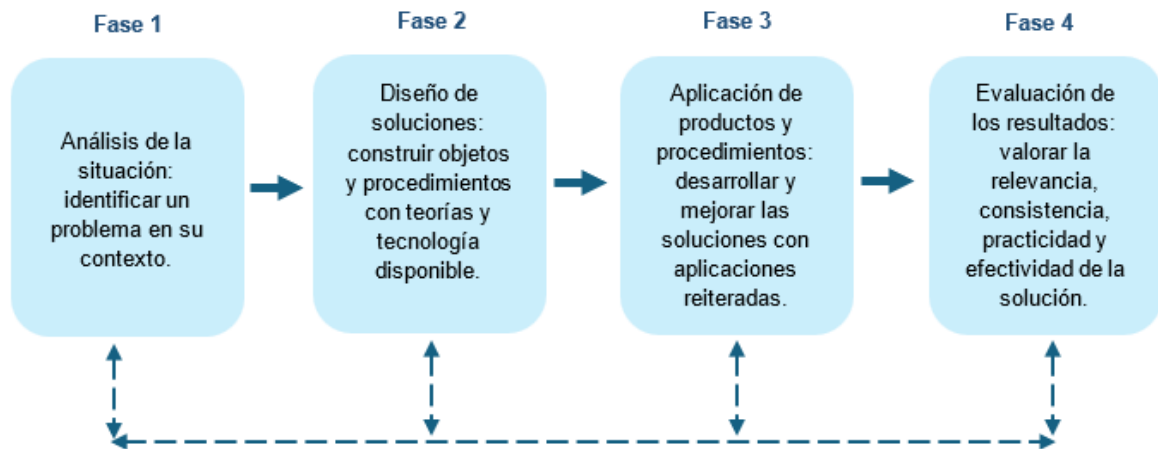
La IBD se adapta tanto a la generación de conocimiento teórico como práctico para diseñar un modelo didáctico en el campo de la tecnología educativa para dar soluciones innovadoras. La IBD fomenta la colaboración entre el docente y los estudiantes al usar plataformas colaborativas como Teams. Se enfoca en la creación y evaluación de intervenciones educativas como son los modelos didácticos.

La IBD se alinea del todo con el objetivo del proyecto de evaluar un modelo didáctico de manera iterativa y reflexiva en la plataforma Teams a través de un ciclo de perfeccionamiento en análisis, diseño, aplicación y evaluación, ver figura 2, para que el modelo tenga relevancia y sea significativo para los estudiantes. Con cada

iteración se avanzará en la optimización del manual de operación que finalmente definirá el modelo didáctico.

Figura 2

Fases generales de la IBD.



Nota. Tomado de: De Benito Crosetti y Salinas Ibáñez (2016, p: 49).

6.1. Análisis

La fase de análisis de la IBD es el inicio donde se define, contextualiza, comprende y define el problema, se identifican a los involucrados y su contexto, sus necesidades, y la implementación de soluciones desde la brecha identificada en el estado del arte (De Benito Crosetti y Salinas Ibáñez, 2016).

Cobo-Huesa et al. (2021) usa el termino investigación preliminar para referirse a la primera fase del IBD, en el que considera de manera conjunta la definición del problema, el análisis del contexto y la investigación de la literatura para definir el rumbo de la investigación, y con ello, definir la propuesta a ser evaluada y refinada, iniciando con un pilotaje hasta su construcción final.

Otro termino para la fase de análisis del IBD es preparación de las actividades, que usan Molina et al. (2011) para las acciones siguientes: la problematización para definir el problema de investigación con base a las necesidades, la definición de objetivos, identificación de metodologías para la enseñanza, establecer la secuencia de la intervención, diseñar instrumentos para recogida de datos y su ubicación en el contexto teórico.

6.1.1. Problema y contexto

Esta investigación surge al observar altos índices de reprobación y del bajo aprovechamiento en estudiantes de ingeniería en el aprendizaje de las matemáticas por la práctica tradicional de varios docentes en el ITCH.

En el ITCH, a través de la experiencia de 27 años, se ha observado que la mayoría de los docentes por una herencia cíclica siguen practicando el concepto de la educación bancaria que Paulo Freire introdujo y que criticó al mismo tiempo como una educación de depósito pasivo y unidireccional, considera a los estudiantes como una cuenta bancaria, donde el docente piensa que es el único quien tiene el conocimiento en el aula de clases.

El docente actual sigue practicando el aprendizaje por transmisión, de tal manera que se presenta de manera dominante en el aula de clases, pide a los estudiantes callarse, poner atención y escuchar para aprender lo explicado, cree que los estudiantes deben copiar o tomar una foto toda vez que el pizarrón sea llenado de la exposición del profesor sin o muy poca interacción con los estudiantes y sin la práctica de la lógica dialéctica para lograr el pensamiento crítico. De acuerdo con Moreira Cedeño et al. (2023), Freire al usar el termino de educación bancaria se refería a que la escuela estaba estancada, el docente era solo un narrador practicando un discurso y esto era muy poco productivo en el aula de clases donde el estudiante solo es un receptor obediente.

Considerando que los estudiantes actuales en su mayoría son autónomos, independientes y prácticos, es visible encontrar estudiantes disruptivos, los cuales se apoyan en las tecnologías educativas principalmente en videos de YouTube para resolver dudas o para hacer tareas o para aprender algún oficio o técnica, y ésta forma de aprender haciendo y no memorizando, todo esto, se contrapone con la educación bancaria que los docentes practican en el ITCH.

Los estudiantes de hoy son dependientes en el uso de la tecnología de tal manera que lo han adoptado como su medio de aprendizaje, pero, por el contrario, varios de los docentes no integran las tecnologías educativas en sus clases de manera óptima causando distracción a los estudiantes dentro del aula y la desmotivación en las clases y por lo mismo no hay generación de aprendizaje activo y proactivo.

Sin embargo, que el estudiante use la tecnología como apoyo para aprender a su manera sin ninguna guía didáctica o pedagógica, no es del todo una opción satisfactoria, ya que por la inmensa información que existe en internet, la falta de conocimiento y experiencia para saber cuáles fuentes son confiables y cuales son falsas, es una complejidad que convierte la práctica autodidacta en algunos resultados falsos de conceptos o procedimientos no verificados que funcionan solo de manera particular y no son ciertos o fallan en lo general y que los estudiantes adoptan como verdaderos sin ninguna validación por parte de un docente. Tal como García-Oaxaca et al. (2022) señala que ante todo es necesario concientizar a los estudiantes para no depender de la tecnología y así poder comunicarse con fluidez conservando la razón y que la tecnología sea solo una herramienta para agilizar tareas.

En consideración de lo anterior, es necesario una alternativa del paradigma del esquema tradicional de enseñanza-aprendizaje hacia una nueva estrategia pedagógica de colaboración con capas de responsabilidades para hacer tareas de matemáticas en plataformas híbridas con la metodología ABP alineado al nuevo

modelo educativo de Humanismo para justicia social del TecNM 2024. Con ello poder nivelar aprendizaje de los estudiantes de las materias de matemáticas con trabajo en equipo y uso de las TIC.

Aunado a ello, se resalta la investigación de Barbosa-Herrera y Barbosa-Chacón (2019), en que la cual analizan ampliamente programas de asesoría entre pares en la educación superior, que es parte de la estrategia de este proyecto. Se tomaron en cuenta sus hallazgos y enfoques para el diseño y aplicación del proyecto para mejorar los indicadores académicos como índice de reprobación y niveles de aprovechamiento.

La necesidad del modelo didáctico en trabajo colaborativo se estructura para el aprendizaje de las materias de matemáticas con enfoque tecnológico con aplicación práctica en el sector productivo e industrial. En el entendido que las matemáticas son la base para la resolución de problemas en el campo de la ingeniería a diferencia con las universidades públicas en donde sus áreas de conocimiento son multidisciplinario social, humanística y con investigación para generar nuevos conocimientos. Las matemáticas son la herramienta principal del ingeniero para modelar problemas físicos, generar pensamiento crítico y resolver problemas para toma de decisiones. Por otra parte, el trabajo colaborativo fomenta el trabajo interdisciplinario para el desarrollo profesional del ingeniero y desarrollar habilidades blandas demandadas por el mercado laboral.

En el departamento de Ciencias Básicas del ITCH es donde surge la idea del modelo didáctico de esta investigación, actualmente se atienden las materias de matemáticas, física y química que son el tronco común durante los primeros cuatro semestres de las 13 licenciaturas del sistema escolarizado y de 5 no escolarizados.

Para atender el problema identificado, a los docentes de Ciencias Básicas con especialidades en licenciatura en matemáticas e ingeniería en varias disciplinas,

desde al año de 2015 se les ha estado capacitando en trabajo colaborativo en las plataformas como Google Drive y últimamente Microsoft Teams, además con cursos de didáctica para el aprendizaje de las matemáticas usando las TIC enfocado a resolución de problemas reales del contexto para enriquecer el perfil del egresado de acuerdo con su profesión para toma de decisiones.

6.1.2. Población

El modelo que se propone considera grupos de tronco común de las de las carreras de ingeniería Civil e Ingeniería Eléctrica en el ITCH, las materias son Álgebra Lineal y Métodos Numéricos.

Aun cuando en la mayoría de los grupos de matemáticas existe un índice alto de reprobación y un bajo nivel de aprovechamiento, para evaluar el diseño de la nueva metodología basada en el trabajo colaborativo de esta investigación para cerrar las brechas de los estudiantes, se consideran solo las dos materias citadas, son fundamentales para trabajar con la metodología Aprendizaje basado en problemas y uso de las tecnologías educativas, aunque posteriormente puede ser aplicado a cualquier curso de matemáticas.

La asignación de cada una de las dos materias fue de acuerdo con el horario de clases del docente, cada vez se trabajó con dos grupos con la misma materia, el par de grupos se tendrán en dos cursos consecutivos, el total de la población considerado para el estudio es entre 65 a 80 estudiantes por curso. En consideración de que los estudiantes actuales en su mayoría están familiarizados con las tecnologías como dispositivos móviles, tabletas y laptops, no será necesario un curso previo de su uso. Los estudiantes que provienen de los poblados pueden tener algunas dificultades en el manejo de las tecnologías, pero con el trabajo en equipo podrán nivelar el aprendizaje sin tomar cursos previos en las herramientas tecnológicas.

Por el contenido de cada una de las dos materias mencionadas, se considera que el tamaño de la población es representativo para evaluar y definir el modelo didáctico para lograr la nivelación del aprendizaje de las matemáticas al trabajar en plataformas híbridas, para comprobar si se alcanzaron los objetivos propuestos de hará una prueba longitudinal del aprendizaje de las matemáticas.

6.1.3. Requerimientos para el diseño

Por el conflicto que se detecta entre generaciones resulta una traba, ya que no coinciden los estudiantes y los docentes en sus estilos de trabajo para lograr que la educación construya conocimientos con la colaboración del estudiante y del docente. Pérez-Anagumbra y Iturralde-Sosa (2024) identificó que la pedagogía aprender haciendo promueve una educación inclusiva, activa y transformadora para desarrollar el pensamiento crítico, habilidades en el trabajo colaborativo, integración de las tecnologías educativas y resolución de problemas en la práctica, lo que finalmente genera una alternativa al esquema tradicional centrado en transmisión de conocimientos y esto ayudará a que se reconozca un solo estilo de trabajo entre los estudiantes y docentes para elevar el nivel de aprendizaje en equipo.

Se considera el error ciclado con la educación tradicional desde el pasado, que para abatirlo, se deben reconocer que existen varios modelos pedagógicos como es la formación problematizadora, el modelo constructivista, el cognitivo distribuido, aprendizaje social, aprendizaje colaborativo, ABP y otros que tienen como fin la construcción del conocimiento de manera activa, colaborativa y significativa; con la responsabilidad del estudiante; con pensamiento crítico; en la resolución de problemas, con aportación social; etc., en estas modalidades de aprendizaje el docente actúa con el perfil de facilitador para que la clase sea interactiva, usando herramientas como las TIC y la lógica dialéctica para reflexionar de manera activa en la conceptualización y la aplicación práctica de conocimientos.

Para lograr lo anterior, de acuerdo con Rodríguez Orbea y Giraldo Montoya (2019) se necesita un ejercicio de autorregulación de tal manera que el estudiante se vuelva protagonista del proceso de aprendizaje a través de la argumentación y que el docente actúe como mediador para propiciar motivación en los estudiantes para un aprendizaje profundo.

El modelo didáctico por su concepto, en cuanto a su implementación se necesita la capacitación de los docentes en el tema de resolución de problemas matemáticos, trabajo colaborativo en plataformas híbridas, trabajar por capas de responsabilidad, concientizar a los estudiantes al trabajo con responsabilidad en tareas formativas de investigación aplicativos a sus carreras por cada tema y realizar tareas formativas con retroalimentación constante, lo principal es el trabajo en equipo, asesoría entre pares y la lógica dialéctica para construir conocimiento a través del pensamiento crítico.

Además, se necesita nivelar el aprendizaje con el trabajo en equipo, para esto, se forman equipos de tres estudiantes para hacer tareas formativas de investigación y problemas aplicativos de matemáticas con apoyo de las tecnologías educativas con la sugerencia de que los equipos sean heterogéneos al ser formados entre los mismos estudiantes. Para optimizar los equipos, durante el curso de matemáticas se identifican y agrupan a los estudiantes que no están aportando a las tareas de sus equipos, esto es para no afectar a los integrantes que si están aportando y trabajando colaborativamente.

Las brechas encontradas en el análisis para el aprendizaje de las matemáticas son requerimientos y acciones por abordar en la etapa de diseño para crear un modelo didáctico adaptado al contexto actual de los estudiantes de ingeniería del ITCH que no solo mitiguen lo diagnosticado sino también incorpore aprendizaje basado en problemas y uso de tecnologías educativas en plataformas híbridas. Las acciones identificadas en el diagnóstico son fundamentos que guiaran a diseñar la estructura

del modelo didáctico enfocado a las necesidades reales del problema de investigación.

6.2. Diseño

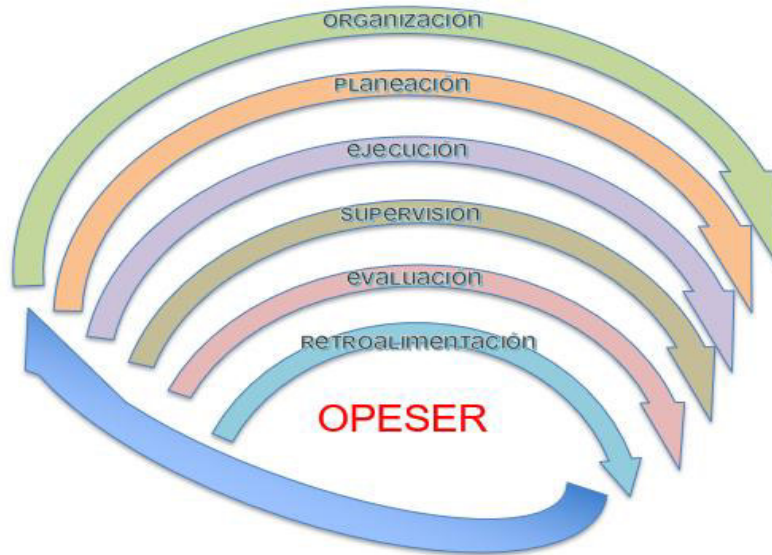
En esta segunda fase se conectan las acciones del análisis y el marco teórico para mejorar el proceso del aprendizaje a través de un producto inicial de acuerdo con el contexto y sus elementos para lograr los objetivos de la investigación o en su caso redefinirlos, además, se generan documentos del producto para su aplicación y evaluación (Guisasola Aranzabal et al., 2021).

6.2.1. Prototipo. Capas de responsabilidades

Para atender las oportunidades y acciones identificadas en el diagnóstico e iniciar la estructura del producto, se elabora un manual de operación con seis capas del modelo didáctico OPESER (Organización, Planeación, Ejecución, Supervisión, Evaluación, Retroalimentación) para hacer tareas de matemáticas en ingeniería, la estructura del procedimiento de operación se muestra en la figura 3, se usó para ir evaluando y definiendo el nuevo modelo didáctico.

Figura 3

Capas del modelo didáctico OPESER.



Nota. La figura muestra las seis capas del modelo didáctico OPESER. Elaboración propia

Las razones de usar capas son para ir definiendo con una sistematización modular al modelo didáctico para permitir una segmentación e interconexión de tal manera que:

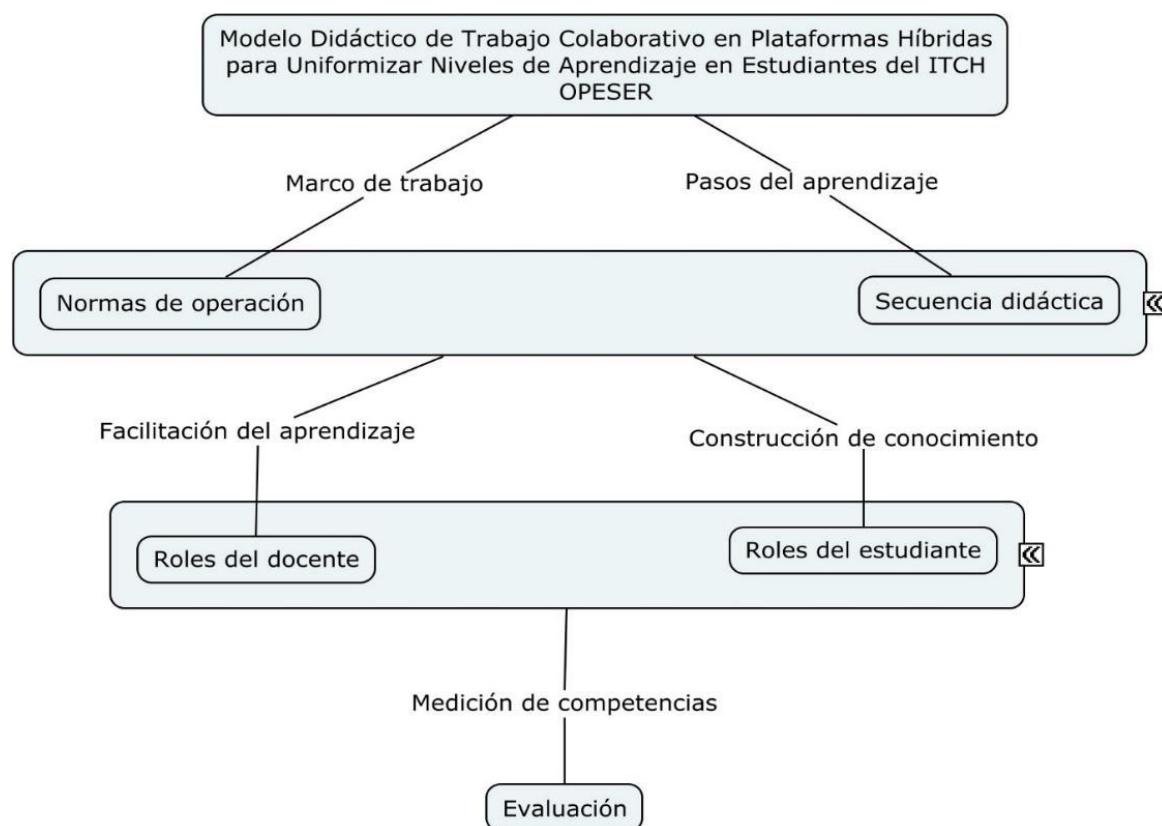
- Exista independencia entre capas para que se puedan hacer modificaciones o actualizaciones en una capa sin afectar a las demás.
- Cada capa tenga sus propias responsabilidades.
- Los actores trabajen de acuerdo con las funciones definidas según la capa que le corresponde.
- La evaluación del modelo didáctico sea más sistemática.
- Permita definir el modelo desde cada una de las capas.

6.2.2. Estructura del modelo didáctico

Lanuza Saavedra (2020) considera que es indispensable que un modelo didáctico que integra las TIC para aprender las matemáticas administre el proceso y tome en cuenta todos los factores para que el aprendizaje de los estudiantes sea efectivo con relevancia y significativo. Los elementos de la estructura se muestran en la figura 4.

Figura 4

Estructura del modelo didáctico OPESER.



6.3. Aplicación

La aplicación del modelo didáctico fue a través del manual de operación que se describe en el anexo 1, el proceso consta de cuatro iteraciones consecutivas para

evaluar y redefinir el manual de operación de manera recursiva. En la cuarta iteración se define el modelo didáctico para ser aplicado en la quinta iteración para poder obtener el grado de nivelación del aprendizaje con el trabajo colaborativo en plataformas híbridas y en equipo.

6.3.1. El manual de operación del modelo didáctico

La configuración por capas del modelo didáctico le permite ser más robusto, garantizando una calidad educativa en el aprendizaje de las matemáticas de los estudiantes de ingeniería y ser más amigable al contexto de los estudiantes de las nuevas generaciones para lograr una mejora continua.

Cada uno de los elementos o capas del modelo didáctico OPESER tienen los objetivos siguientes:

- Organización. Consta de 5 fases y su objetivo es organizar el material del curso con las actividades de investigación documental, los ejercicios de aplicación de cada tema y establecer las actividades para que el estudiante pueda lograr los 100 puntos que se requieren por tema.
- Planeación. Consta de 14 fases, consiste en planear la forma de atacar las actividades 1, 2 y 3 que harán los estudiantes mediante trabajo colaborativo y en equipos de 3 integrantes en la plataforma Teams, mismas que fueron definidas en la capa uno.
- Ejecución. Consta de 11 fases, su fin es para que los estudiantes realicen las actividades 1, 2 y 3 en equipos en el aula de clases y desde la plataforma Teams con trabajo ubicuo, cada integrante del equipo podrá trabajar sin importar espacio y tiempo, pero con responsabilidad para terminar cada actividad antes de la evaluación del tema correspondiente.
- Supervisión. Consta de 14 fases para que el docente supervise el trabajo de cada uno de los equipos y proporcione las asesorías solicitadas por los estudiantes en la realización de la cada una de las actividades 1, 2 y 3 y al

mismo tiempo ir haciendo retroalimentación a las soluciones durante la realización de la tarea.

- Evaluación. Consta de 8 fases, en esta capa se efectúa la evaluación formativa para cada una de las actividades 1, 2 y 3 de todos los equipos de la clase y se hace la evaluación sumativa al grupo de Clase del tema en curso de acuerdo con la programación del docente.
- Retroalimentación- Consta de 6 fases, es la última capa en el que se hace la retroalimentación para alguna de las capas anteriores con el fin de poder verificar el cumplimiento a las competencias del tema, de la asignatura y al material usado para que el estudiante logre su aprendizaje.

Esas seis capas se consideran en el manual de operación del modelo didáctico que sirve como un primer acercamiento a la solución factible del problema de investigación, es usado por los estudiantes para hacer sus tareas de matemáticas de investigación aplicadas a los temas del curso y de ejercicios con problemas matemáticos aplicados a resolver problemas reales en la plataforma híbrida Teams con trabajo colaborativo, se trabaja en equipos en modo ubicuo y se usan las TIC para lograr nivelar aprendizaje.

Para lograr una aplicación efectiva, se consideran las normas de operación, la secuencia didáctica, los roles del docente, los roles del estudiante y la evaluación, cada uno se describe a continuación.

6.3.1.1. Normas para operar el modelo didáctico

Las normas de operación se rigen por el manual de operación del modelo didáctico OPESER en sus 6 capas de operación con una función de interdependencia del trabajo colaborativo, trabajo en equipo, uso de las TIC y el trabajo en modo ubicuo que se necesitan para el aprendizaje basado en problemas, elaborado con el fin usarlo para ir evaluando y a la vez definir el modelo didáctico producto de la investigación. Las normas para operar el modelo didáctico son:

- Organizar los equipos de 3 estudiantes.
- Cada equipo debe trabajar con aportaciones sin repartir la tarea, cada integrante debe uno resolver los problemas de la tarea de acuerdo con conocimientos previos.
- Es responsabilidad de todos los integrantes del equipo el terminar las tareas con oportunidad y en su totalidad.
- El espacio de trabajo debe ser la plataforma oficial de la institución en este caso Teams para acceder al material del curso, a las tareas, a la comunicación entre integrantes del equipo y al trabajo en modo ubicuo.
- La comunicación de estudiante y docente puede ser personal o digital mediante chat, llamadas telefónicas o videoconferencias.
- El estudiante debe saber manejar herramientas tecnológicas o ir aprendiendo con su equipo durante el curso de la materia.
- La participación y aportación de cada integrante debe ser activa, proactiva y continua hasta terminar las tareas, éstas quedan registradas en la plataforma Teams desde el momento de la asignación de la calificación en la tarea.
- Debe existir respeto a la crítica constructiva entre los integrantes del equipo.
- El docente debe mediar la solución de conflictos entre los integrantes del equipo para lograr que el equipo sea productivo y oportuno en cumplimiento.

6.3.1.2. Secuencia didáctica del modelo

El enfoque pedagógico trata en asociar los principios de la metodología ABP con las propiedades del aprendizaje en ambiente ubicuo y facilitando la resolución de los problemas matemáticos con las TIC. Para poner en práctica el modelo didáctico, se consideran las acciones siguientes:

- Se conforman los equipos en Teams y se les explica la forma de trabajar las tareas.
- El docente seleccionar los problemas matemáticos de cada tarea y los sube en la plataforma.

- El estudiante revisa las tareas en la plataforma para analizar los problemas.
- Los integrantes del equipo resuelven los problemas con aportaciones colaborativas.
- El estudiante en su condición de autónomo y autodidacta gestiona información para su aportación.
- El docente interviene en modo ubicuo para dar seguimiento a las aportaciones y proporciona en su caso, las retroalimentaciones necesarias dejando comentarios en los espacios que requieren atención del estudiante.
- Los integrantes del equipo revisan todos los ejercicios de la tarea para dar su conformidad a la terminación de la tarea.
- Con la revisión total de los ejercicios, el estudiante logra nivelar el aprendizaje aun cuando no haya participado en la solución de todos los ejercicios.
- A solicitud del estudiante o llegado la fecha prefijada para terminar la tarea, el docente revisa y califica, retroalimenta para que en su caso todos los integrantes del equipo atiendan los comentarios hasta terminar la tarea. Esta acción es iterativa hasta lograr llegar a una calificación de 100 puntos por cada tarea.

6.3.1.3. Roles del docente

El docente debe actuar como un facilitador o guía basado en su experiencia en resolución de problemas matemáticos en el sentido que, en todo el proceso de enseñanza-aprendizaje este enfocado y centrado en los estudiantes, los principales roles por considerar son los siguientes:

- Conocimientos en la lógica dialéctica para entender conceptualmente los temas matemáticos, además saber de los procesos algorítmicos matemáticos.
- Creador y seleccionador de problemas matemáticos aplicativos contextuales a la especialidad del estudiante.

- Orientador en cada uno de los equipos de trabajo con pensamiento crítico para conseguir la nivelación del aprendizaje.
- Mediador con los equipos de estudiantes de modo ubicuo a través de las plataformas híbridas, con interacción continua de comunicación.
- Evaluador formativo en el proceso de hacer las tareas con trabajo colaborativo y trabajo en equipo.
- Retroalimentar de forma continua y oportuna para lograr terminar las tareas con un aprendizaje en equipo y nivelado para un aprendizaje profundo.
- Ser experto en trabajar en plataformas híbridas combinado con el uso de las herramientas digitales Excel, Word y Apps matemáticos.

6.3.1.4. Roles del estudiante

El estudiante debe transformar su estilo hacia un actor protagonista de su propio aprendizaje cambiando de ser pasivo a ser un estudiante activo y curioso para cultivar su potencialidad en obtener el mejor provecho de las teorías existentes y lograr la experiencia en la resolución de problemas de matemáticas. Los principales roles por considerar son los siguientes:

- Practicar la lógica dialéctica para ser un solucionador problemas matemáticos.
- Ser trabajador colaborativo responsable y contribuir en equipo para hacer las tareas con oportunidad de acuerdo con las rúbricas.
- Aprender con autonomía y responsabilidad en busca de fomentar el trabajo colaborativo de forma ubicua para optimizar soluciones en las tareas con las herramientas digitales.
- Por ser nativo digital, ser usuario clave de las TIC para construir conocimiento a través de la resolución de problemas matemáticos con la modelización y la simulación para lograr comunicar resultados con alternativas de solución.
- Ser autoevaluador y coevaluador de su propio aprendizaje con el trabajo en equipo para una mejora continua y nivelación de aprendizaje.

6.3.1.5. Evaluación del modelo didáctico

El manual de operación servirá de marco de referencia para la evaluación y seguimiento del modelo didáctico, para la evaluación se usarán criterios de acuerdo con las funciones y responsabilidades de cada una de las capas. Se consideran 10 dimensiones que definen la variable independiente para la evaluación del modelo didáctico.

Como lo menciona Couch et al. (2025), las dimensiones de la variable independiente son:

- A) Aplicación ¿En qué se aplica?
 - B) Modelo ¿Se tiene un modelo de trabajo aplicable?
 - C) Estructura ¿Hay una estructura en la organización del equipo de trabajo?
 - D) Interacción ¿Hay una estructura temporal y tiempos finitos?
 - E) Jerarquía de interacción ¿Equipo, pares, comunidad, externa?
 - F) Ubicación geográfica ¿Reuniones directas, reuniones mediadas, híbridas?
 - G) Tareas ¿Qué tipos de tareas se realizan?
 - H) Tamaño ¿Cuántos integrarán el equipo?
 - I) Dominio disciplinar ¿Se tiene claridad sobre el dominio disciplinar?
 - J) Dominio colaborativo ¿Se tiene claridad sobre el trabajo colaborativo?
- (p.34)

Por la naturaleza de la metodología IBD, la evaluación será iterativa a través de la evaluación hasta que el modelo didáctico a través del manual de operación proporcione los resultados deseados en nivelar el aprendizaje de las matemáticas en los estudiantes de ingeniería del ITCH.

6.3.1.6. El modelo didáctico OPESER

De acuerdo con Couch et al., (2026b), el modelo didáctico OPESER se diseña usando el manual de operación en las primeras tres iteraciones y tiene como objetivo servir de guía al estudiante para facilitar el proceso de aprendizaje

significativo y profundo de las matemáticas de manera activa, efectiva, proactiva y con trabajo colaborativo en plataformas híbridas fundamentado en Aprendizaje Basado en Problemas y uso de tecnologías educativas para nivelar el aprendizaje con trabajo en equipo.

Los elementos que constituyen el modelo didáctico OPESER se consideran desde la perspectiva de la teoría sociocultural de Vygotsky, la inclusión, la diversidad, el conectivismo y el desarrollo cognitivo profundo.

El modelo didáctico OPESER busca una transformación en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas para mejorar los indicadores académicos, formar estudiantes de ingeniería competitivos y apasionados por las matemáticas aplicadas.

6.3.2. Iteración 1

La primera iteración fue en el semestre agosto-diciembre 2023, se trabajó con un grupo de Cálculo Diferencial y otro de Álgebra Lineal, con un total de 70 estudiantes considerados como la población del estudio, en el primer día clases del curso, a cada de los dos grupos asignados en el horario del docente se les da a conocer el procedimiento de la metodología de trabajo. Se solicita a todos los estudiantes de cada grupo formar equipos de tres estudiantes para que durante el semestre realicen las actividades 1, 2 y 3 con responsabilidad individual y en equipo. El docente crea los equipos en la plataforma Teams en el grupo de clase con estatus de privado para que solo los integrantes del equipo pueden acceder a los archivos asignados a su equipo en la plataforma Teams.

El docente elabora y proporciona material de apoyo a todo el grupo de estudiantes antes de iniciar cada tema y reparte los subtemas del temario del curso a cada uno de los equipos para ser trabajado en la actividad 1 en usar la lógica dialéctica para hacer una exposición de la teoría y ejemplos tanto el material de apoyo

proporcionado por el docente como de material buscado en internet o en el libro proporcionado por el docente en la plataforma. Al final de cada tema, el último equipo resuelve dos ejercicios o problemas de aplicación representativos y los presenta al grupo a manera de ejemplo.

Una semana antes de terminar cada tema. el docente proporciona los reactivos a resolver en las actividades formativas 2 y 3, la primera es una investigación documental hecha en equipo y escrita en el archivo que crea el docente en la plataforma Teams, no se permite que el estudiante suba archivos, deben trabajar de modo ubicuo. La segunda actividad formativa trata en resolver ejercicios y problemas matemáticos aplicados del tema usando las TIC, se trabaja en equipo en un archivo Excel creado en la plataforma Teams. Se les reitera a los estudiantes que esas dos actividades formativas se deben terminar al 100% con la retroalimentación continua del docente y con la atención del estudiante las veces necesarias hasta lograr los 100 puntos de calificación en cada actividad.

Una semana después de terminar cada tema se realiza la actividad 4, es la evaluación sumativa elaborada con Forms de Microsoft, se aplica en línea en el centro cómputo o a través de un dispositivo móvil, tablet o laptop, el estudiante puede apoyarse en las tareas que realizó en Teams y puede usar herramientas tecnológicas, esto es debido a que la evaluación incluye problemas aplicados para ser resueltos con principios de modelación matemáticas y algunos de ellos requieren procesos algorítmicos matemáticos muy largos y tediosos que requieren el uso de las TIC.

Al final de la primera iteración se realizó un diagnóstico para ir conociendo la aceptación de uso del comportamiento del modelo didáctico, para ello se definieron dos variables complejas que son el primer acercamiento a la variable independiente de la investigación. Se elaboraron dos instrumentos, el primero fue para saber del trabajo colaborativo de los estudiantes y otro para la colaboración digital, las dos

variables complejas se definieron con las dimensiones Conocimiento, Dominio y Uso, y los instrumentos se elaboraron con nueve indicadores cada uno. Se aplicaron los dos instrumentos, a los datos recogidos se hicieron análisis descriptivos e interpretados con el propósito de ir refinando la definición el manual de operación. Los resultados se usaron en el protocolo de investigación que fue autorizado durante la segunda iteración, al ir redefiniendo el manual de operación también se iba definiendo el modelo didáctico de esta investigación y a la vez, preparando el camino para definir la variable dependiente para valorar la percepción de logro en la nivelación de aprendizaje al usar el modelo didáctico.

Además, las pruebas pretest y posttest producen información importante, permite saber de porcentajes de nivelación de conocimientos para resolución de problemas al implementar metodologías de ABP en conjunto con otros ambientes, transformando la educación tradicional (Duque-Cardona y Largo-Taborda, 2021). Pero, sin embargo, en esta investigación con el carácter de descriptiva y explicativa no aplica ni el grupo de control ni los estudios de pretest y posttest.

6.3.3. Iteración 2

Del resultado de trabajos en la iteración 1, se adecuaron algunas capas del modelo didáctico en su manual de operación en cuanto a las responsabilidades tanto del docente como del estudiante en las capas correspondientes y mejorar la redacción que se refiere a la interrelación entre las capas de tal manera que la optimización se fue dando apoyado con las respuestas obtenidas de los dos instrumentos aplicados en la iteración 1.

La segunda iteración fue en el semestre enero-junio 2024, se trabajó con dos grupos de Métodos Numéricos, con un total de 65 estudiantes considerados como la población del estudio, en el primer día clases del curso, a cada de los dos grupos asignados en el horario de clases del docente se les dio a conocer la forma de trabajo tal como se indicó en la iteración 1 para realizar las actividades 1, 2, 3 y 4.

Con esta manera recursiva de aplicación del modelo didáctico, facilitó en cada iteración el ir definiendo el modelo didáctico.

Se elaboró otro instrumento como un segundo acercamiento a la variable independiente del estudio que sirvió para la evaluación del uso del modelo didáctico de trabajo colaborativo en equipos, la variable compleja se definió con ocho dimensiones y con 15 indicadores, los datos recogidos fueron analizados estadísticamente e interpretados con el propósito de la mejora continua del procedimiento de operación del modelo didáctico de tal manera que se logró una primera definición del modelo didáctico.

La secuencia diseñada para ir definiendo el modelo didáctico toma en cuenta las observaciones de los estudiantes, ya que existe una brecha digital causada por la economía, la cultura y otros aspectos que hacen la diferencia en conocimientos previos de los estudiantes en el uso de las tecnologías educativas.

6.3.4. Iteración 3

Del resultado de los trabajos en la iteración 2, se continuó con la mejora continua de las capas del modelo didáctico a través del manual de operación para lograr una mejor interacción y que el proceso sea robusto en cuanto a indicaciones y redacción para mejor comprensión al léxico y semántica de los estudiantes. Cabe mencionar que este proceso iterativo para evaluar y definir el modelo didáctico lo facilitó la metodología IBD para ir confirmando la hipótesis o desecharla en su caso, pero al parecer se muestran resultados satisfactorios que indican que el modelo didáctico podrá resolver el problema de investigación.

La tercera iteración fue en el semestre agosto-diciembre 2024, se trabajó con dos grupos de Álgebra Lineal, con un total de 80 estudiantes considerados como la población del estudio, en el primer día clases del curso, a cada uno de los dos grupos asignados en el horario de clases del docente se les da a conocer la forma de trabajo

tal como se indicó en la iteración 1 y 2 para realizar las actividades 1, 2, 3 y 4. Con esta manera recursiva de aplicación del modelo didáctico se fue definiendo la estructura del modelo en cada iteración a través del manual de operación.

Para tener una visión más clara de las ocho categorías o dimensiones de la variable independiente usada en la iteración 2 se redefinen para obtener un nuevo instrumento definitivo con 10 dimensiones y 31 indicadores para la evaluación del modelo didáctico. Se preparó un documento para la evaluación del instrumento de la variable independiente, éste fue sometido a la validación a juicio de cinco expertos seleccionados, solo contestaron los cuatro siguientes: Hugo Moreno Reyes, Profesor-investigador y Doctor en Educación; Reyna Moreno Beltrán. Doctora en Innovación en Tecnología Educativa; Ileana Cruz Sánchez, Docente Investigadora y Doctora en Comunicación Aplicada; Ma. Teresa García Ramírez, Doctora e investigadora; y Coordinadora del Doctorado en Innovación en Tecnología Educativa.

Se consideraron todos los comentarios y observaciones sugeridas por los cuatro expertos en cuanto al contenido, la semántica y la pertinencia, después se trabajó con un equipo de cuatro estudiantes para revisar las preguntas en cuanto a la semántica del contexto, las observaciones generadas al instrumento fueron consideradas para que los estudiantes pudiesen comprender las preguntas del cuestionario de acuerdo con su entorno al ser aplicado tanto al grupo piloto como a la población del estudio.

El instrumento validado, se aplicó a un grupo piloto de los que respondieron 34 estudiantes, a los datos recogidos se les hizo análisis descriptivos de baremación y a manera de comparación de resultados se realizó un segundo análisis de niveles de la Escala de Likert.

6.3.5. Iteración 4

Del resultado de los trabajos en la iteración 3, se consideraron las observaciones de los estudiantes y de los expertos para tener una idea clara del modelo didáctico, fueron modificaciones mínimas al proceso guiado con el manual de operación, de esta manera la redacción ya resultó clara para que los estudiantes pudiesen entender y usar correctamente el modelo didáctico.

Durante el cuarto semestre del doctorado y cuarta aplicación del modelo didáctico, se analizaron los datos recogidos del grupo piloto en la tercera iteración. Se calculó el Alfa de Cronbach para confirmar la fiabilidad de los ítems. Con el fin hacer una tarea del doctorado, se calculó la normalidad con el método de Shapiro-Wilk por ser aproximadamente 30 conjuntos de datos, esto fue para asegurar que se pudiesen realizar los estudios paramétricos, pero, sin embargo, en esta investigación descriptiva y explicativa mediante el procedimiento de la IBD, no se necesitó ni se hicieron los estudios paramétricos en lugar de ellos se realizaron la Baremación y análisis de los niveles de Likert.

La cuarta iteración fue en el semestre enero-junio 2025, se trabajó con los mismos dos grupos de la iteración 3 solo que ahora con la materia de Métodos Numéricos, con un total de 71 estudiantes considerados como la población del estudio, en el primer día clases del curso, de nuevo a cada uno de los dos grupos asignados en el horario de clases del docente se les da a conocer la forma de trabajo tal como se indicó en la iteración 3 para realizar las actividades 1, 2, 3 y 4. Se hace notar que se redujo el grupo debido que algunos de los estudiantes del curso anterior eran estudiantes rezagados que ya habían cursado la materia de Métodos Numéricos.

A término del curso se aplicó a toda la población el instrumento validado por cuatro expertos en la iteración 3, respondieron 57 estudiantes. A los datos recogidos se calculó el Alfa de Cronbach para confirmar la fiabilidad de los ítems. Para hacer una

tarea del doctorado, por ser más de 50 conjuntos de datos se calculó la normalidad de Kolmogorov-Smirnov para asegurar poder realizar estudios paramétricos, pero, sin embargo, en esta investigación descriptiva y explicativa mediante el procedimiento de la IBD, no se necesitó ni se hicieron los estudios paramétricos en lugar de ellos se realizaron la Baremación y análisis de los niveles de Likert para la evaluación de la variable independiente.

Por los resultados exitosos que fueron obtenidos de las primeras tres iteraciones, se hizo el procedimiento de operacionalización de variables para definir la variable dependiente que evaluará el efecto del modelo didáctico, esto es valorar la percepción favorable de logro en la nivelación del aprendizaje en matemáticas de los estudiantes de ingeniería.

En esta cuarta iteración, se actualizó el estado del arte considerando las observaciones y modificaciones surgidas de las iteraciones anteriores.

6.3.6. Iteración 5

De los resultados de trabajos en las iteraciones 1 al 4 y debido a que no hubo más observaciones pertinentes al procedimiento del manual de operación, se ha logrado la definición de la estructura del modelo didáctico de trabajo colaborativo. Por esto, se escribió un libro del modelo didáctico propuesto.

La quinta iteración fue en el semestre agosto-diciembre 2025, se trabajó con dos grupos de la materia de Álgebra Lineal, con un total de 67 estudiantes considerados como la población del estudio, en el primer día clases del curso, de nuevo a cada de los dos grupos asignados en el horario de clases del docente se les da a conocer la forma de trabajo tal como se indicó en la iteración 4 para realizar las actividades 1, 2, 3 y 4. Estos dos grupos son una nueva población del estudio, se hace notar que se han tenido 3 poblaciones diferentes con aproximadamente la misma cantidad

de estudiantes durante las 5 iteraciones pero se siguen obteniendo las mismas preferencias al trabajar con el modelo didáctico.

A finales de la quinta iteración, se elabora el instrumento de la variable dependiente cuantitativa para valorar la percepción de logro de la nivelación de aprendizaje de los estudiantes en matemáticas con el modelo didáctico.

Durante las vacaciones antes de iniciar el sexto semestre del doctorado se termina de definir la variable dependiente compleja con cinco dimensiones:

- A) Resolución de problemas matemáticos (Aprendizaje Basado en problemas)
- B) Competencia digital ubicua
- C) Trabajo colaborativo y en equipo
- D) Tutoría y mediación entre pares
- E) Logro académico (Cierre de brechas)

Tal como Couch et al. (2026a) recomiendan, se elaboró un instrumento con 15 preguntas donde las respuestas a cada pregunta son de tipo descriptiva en cuatro niveles (N1-Insuficiente, N2-Básico, N3-Satisfactorio, N4-Sobresaliente), luego se preparó el documento de validación del instrumento de la variable dependiente como. Al inicio del sexto semestre se somete a la validación a juicio de siete expertos, contestaron todos y fueron: Reyna Moreno Beltrán. Doctora en Innovación en Tecnología Educativa; Hugo Moreno Reyes, Profesor-investigador y Doctor en Educación; Liliana Yáñez Soria, Doctora en Tecnología Educativa; Montserrat Lino González, Doctora en Tecnología Educativa; Manuel Abraham Zapata Encalada, Doctor en Sistemas Computacionales; Sandra Luz Canchola Magdaleno, Doctora en Tecnología Avanzada; y Ma. Teresa García Ramírez, Doctorada e investigadora.

Se consideraron todos los comentarios y observaciones sugeridas por los siete expertos en cuanto al contenido, la semántica, coherencia y relevancia, el número de preguntas continuaron en 15, las opciones de respuestas se conservaron en los

cuatro niveles. Se calculó el indicador de V de Aiken para saber el nivel de acuerdo entre los jueces y la validez de contenido del instrumento.

A principios del sexto semestre, al tener los mismos dos grupos que se tuvieron en la quinta iteración, pero ahora con la materia de Métodos Numéricos, se aplicó a un grupo piloto de los que respondieron 25 estudiantes, a los datos recogidos, se calculó el Alfa de Cronbach para confirmar la fiabilidad de los ítems. Para hacer una tarea del doctorado, a los datos se les calculó la normalidad con el método de Shapiro-Wilk por ser 25 respuestas, esto fue para asegurar poder realizar los estudios paramétricos, pero, sin embargo, en esta investigación descriptiva y explicativa mediante el procedimiento de la IBD, no se necesitó ni se hicieron los estudios paramétricos en lugar de ellos se realizaron la Baremación y análisis de los niveles de Likert para obtener los resultados de los dos estudios.

Finalmente, el instrumento de la variable dependiente para valor la percepción de logro en la nivelación del aprendizaje de las matemáticas por usar el modelo didáctico, se aplicó a toda la población que en el semestre anterior fueron 67 en la materia de Algebra Lineal en dos grupos, aprobaron 57 de los 67 es decir hubo índice de aprobación del 85% similar a las aplicaciones anteriores y ahora con la materia de Métodos Numéricos en el periodo enero-junio de 2026 son 74 de los que 17 son estudiantes repetidores, lo que hace una población por evaluar de 57 estudiantes, de los que respondieron 51. De los datos recogidos se calculó el Alfa de Cronbach para confirmar la fiabilidad de los ítems. Para hacer una tarea del doctorado, a los datos por ser más de 50 respuestas se calculó la normalidad de Kolmogorov-Smirnov para asegurar realizar estudios paramétricos, pero, sin embargo, en esta investigación descriptiva y explicativa mediante el procedimiento de la IBD, no se necesitó ni se hicieron los estudios paramétricos en lugar de ellos se realizaron la Baremación y análisis de los cuatro niveles de las opciones descriptivas de la tabla 12 para comparar los dos estudios.

6.4. Evaluación

El objetivo de la evaluación fue mostrar la viabilidad de aceptación de uso del modelo didáctico en el aprendizaje basado en equipos y en modo ubicuo en la plataforma híbrida Teams. Para ello, se usan dos variables complejas, una para evaluar el modelo didáctico y otra para valorar la percepción de logro de la nivelación de aprendizaje de matemáticas en ingeniería con el modelo didáctico.

6.4.1. Operacionalización de variables

La variable independiente representa al modelo didáctico que fue definido a través de su manual de operación por capas. El modelo considera el uso de tecnologías educativas tales como plataforma Teams, Excel, Word y TIC para matemáticas. La plataforma y las herramientas están disponibles a todos los estudiantes y docentes del ITCH y tienen acceso a ellos de manera gratuita dentro y fuera de las instalaciones de la institución.

Tabla 3

Definición de la variable independiente.

Variables	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores
Modelo didáctico (Variable independiente)	Se define como la organización y estructuración de las estrategias pedagógicas en conjunto con los recursos tales como trabajo colaborativo, Aprendizaje Basado en Problemas y la plataforma Teams para facilitar el aprendizaje de las matemáticas en estudiantes de ingeniería con el fin de nivelar aprendizaje con trabajo en equipo.	Aplicación. ¿En qué se aplica?	Desarrollo de conceptos
			Resolución de problemas
			Investigación
		Modelo ¿Se tiene un modelo de trabajo aplicable?	Sin modelo, propuesta abierta
			Estructurado
			Semi estructurado
		Estructura ¿Hay una estructura en la organización del equipo de trabajo?	Claridad en las asignaciones
			Tipo de aportaciones
			Reparto de tareas
		Interrelación ¿Hay un cronograma definido?	Aportaciones individuales
			Cooperación
			Cooperación equitativa
		Jerarquía ¿Equipo, pares, comunidad, externa?	Con roles definidos
			Roles abiertos
			Semi jerárquica

		Ubicación geográfica ¿Reuniones directas, reuniones mediadas, híbridas?	Tiene un lugar físico para reunirse
			No tiene un lugar físico para reunirse
			El modelo es semi ubicado
		Tareas ¿Qué tipo de tareas se realizan?	Modelos de pensamiento y conceptualización
			Desarrollo de problemas, ejercicios, actividades
			Solución de problemas complejos, proyectos
		Tamaño ¿Cuántos integrarán el equipo?	Equipos pequeños
			Equipos óptimos
			Equipos grandes
		Dominio disciplinar ¿Se tiene claridad sobre el dominio disciplinar?	Conocimientos disciplinares
			Habilidades en el planteamiento de propuestas en la materia
			Habilidades en la solución de problemas en la disciplina
		Competencia colaborativa ¿Se tiene claridad sobre el trabajo colaborativo?	Conocimientos en el trabajo en equipo
			Competencias en trabajo en equipo
			Competencia digital colaborativa

La variable independiente definida en la tabla 3, muestra los 30 indicadores que se usan para evaluar la metodología activa.

Tabla 4

Definición de la variable dependiente.

Variables	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores
Nivelar aprendizaje de los estudiantes (Variable dependiente)	Se define como el proceso en el que se busca reducir las diferencias en conocimientos previos de matemáticas entre	1. Resolución de problemas matemáticos (Aprendizaje Basado en Problemas)	Valoración en el planteamiento y resolución de problemas aplicados
			Capacidad de aplicar los conceptos teóricos a los casos prácticos

	los estudiantes de ingeniería del ITCH, para facilitar y potenciar el aprendizaje colaborativo con el trabajo en equipo, donde los integrantes se apoyan mutuamente para hacer tareas de matemáticas.		Aplicación lógica de algoritmos matemáticos en resolución de problemas
		2. Competencia digital ubicua	Dominio en el uso de las herramientas digitales Word, Excel y TIC matemáticos
			Eficiencia en gestión de tareas en equipo y trabajo colaborativo en Teams
			Autogestión de recursos compartidos en los canales y en entornos híbridos
		3. Trabajo colaborativo y en equipo	Colaboración y trabajo en el canal del equipo
			Responsabilidad colectiva compartida para el cumplimiento de las tareas
			Retroalimentación eficaz a dudas insertando comentarios en las tareas
		4. Tutoría y mediación entre pares	Mejora intelectual del estudiante con menores conocimientos
			Aprendizaje colaborativo con integrantes de mayores conocimientos previos
			Valoración de la asesoría estudiante-estudiante y docente-estudiante mediante comunicación ubicua

		5. Logro académico (Cierre de brechas)	Constancia en el desempeño de las actividades formativas
			Aprovechamiento académico en la evaluación sumativa
			Nivelación de aprendizaje entre los integrantes del equipo

La variable dependiente definida en la tabla 4, muestra los 15 indicadores que se usan para valorar la percepción de logro de la nivelación de aprendizaje de matemáticas de los estudiantes al trabajar con el modelo didáctico para hacer sus tareas de matemáticas en plataformas híbridas.

6.4.2. Instrumentos

Durante la primera iteración se definen dos variables de los que se elaboraron dos instrumentos con nueve indicadores cada uno, el primero fue para saber Cómo trabajan los estudiantes con trabajo colaborativo, sus dimensiones se definen en la tabla 5 y otro para la colaboración digital, sus dimensiones se definen en la tabla 6.

Tabla 5

Cómo trabajan los estudiantes con trabajo colaborativo.

Número	Categoría
A)	Conocimiento
B)	Dominio
C)	Uso

Nota. Primera parte del primer acercamiento a la definición de la variable independiente. Elaboración propia.

Tabla 6

Uso de herramientas digitales con trabajo de equipo.

Número	Categoría
A)	Conocimiento

B)	Dominio
C)	Uso

Nota. Segunda parte del primer acercamiento a la definición de la variable independiente. Elaboración propia.

Al final de la segunda iteración se realizó un segundo acercamiento al definir otra variable independiente más robusta derivado de los resultados obtenidos con las dos variables del primer acercamiento. En la tabla 7 se muestran las 8 dimensiones de la nueva variable independiente, del que se construyó un instrumento con 15 indicadores, usado para la Evaluación del uso del modelo didáctico de trabajo colaborativo en equipos.

Tabla 7

Evaluación del uso del modelo didáctico de trabajo colaborativo en equipos.

Número	Categoría
A)	Como se integra el Trabajo colaborativo
B)	Actividades o acciones con trabajo colaborativo
C)	El modelo didáctico de trabajo colaborativo
D)	Instrumentos de comunicación
E)	Distribución del trabajo
F)	Herramientas para gestionar el trabajo colaborativo (conocen, usan, entran)
G)	Trabajo en equipo
H)	Trabajo entre pares y trabajo colaborativo

Nota. Segundo acercamiento a la definición de la variable independiente. Elaboración propia.

Durante la tercera iteración se continuó con la definición de la variable independiente para evaluar el modelo didáctico, se logró definir la variable definitiva con 10 dimensiones como se presentan en la página 59. Se diseñó un instrumento de la variable independiente con 31 ítems. Nueve de las categorías tienen de 3 indicadores y una tuvo 4 indicadores para hacer un total de 31 preguntas. Cada ítem tuvo cinco niveles.

El instrumento de la variable independiente fue diseñado para evaluar el modelo didáctico, se debió someter a la validación a un mínimo de siete expertos, número impar para evitar empates, pero por la dificultad de conseguir 7 expertos con la experiencia en el tema, se invitó a 5 expertos, pero solo respondieron 4.

Después de la validación se calculó el indicador V de Aiken para determinar el nivel de acuerdo entre los expertos en cuanto a pertinencia, adecuación del contenido y constructo del instrumento. Finalmente, el instrumento quedó en 31 ítems.

En el segundo semestre de 2024 se aplicó el instrumento a un grupo piloto de los que se obtuvieron 34 respuestas, los datos recogidos se almacenaron en un cuaderno Excel.

Tabla 8

Escala valorativa de Likert.

Escala de Likert	Valor
Totalmente en desacuerdo	1
En desacuerdo	2
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	3
De acuerdo	4
Totalmente de acuerdo	5

Nota. Tomado de Couoh et al. (2025), definida con 5 niveles para un equilibrio cognitivo.

Los datos del pilotaje fueron codificados de acuerdo con la tabla 8 para el análisis cuantitativo y cualitativo. Para hacer una tarea del doctorado, se hizo una prueba de significación de Shapiro-Wilk para determinar si los resultados proceden de una distribución normal, esto fue para asegurar que, si es posible hacer los estudios paramétricos cuantitativos, pero, sin embargo, en esta investigación descriptiva y explicativa mediante el procedimiento de la IBD, no se necesitó ni se hicieron los estudios paramétricos en lugar de ellos se realizaron la Baremación y análisis de los niveles de Likert.

A final de la cuarta iteración del semestre enero-junio 2025, el instrumento de la variable independiente se aplicó a la población del estudio de dos asignaturas de Métodos Numéricos, obteniendo solo 57 respuestas de 71, debido a que varios estudiantes ya se habían dado de baja, por la experiencia docente fue debido por el efecto del programa emergente “Rechazo Cero” de la Secretaría de Educación Pública, que inicio en el año 2019.

Los datos recogidos con el cuestionario de Microsoft Forms fueron codificados de acuerdo con la tabla 8. Debido a que hubieron más de 50 respuestas de la población total se hizo una prueba de Normalidad de Kolmogorov-Smirnov para estar seguro de poder hacer el análisis cuantitativo.

Tabla 9

Escala valorativa del Alfa de Cronbach.

Criterios de decisión para la confiabilidad de un instrumento		
Rango		Confiabilidad (Dimensión)
0.81	1.00	Muy alta
0.61	0.80	Alta
0.41	0.60	Media
0.21	0.40	Baja
0.01	0.20	Muy baja

Nota: Tomado de Metodología de la investigación cuantitativa, Palella y Martins (2006, p.181).

Tanto a los datos recogidos del pilotaje como a los datos recogidos de la población total de estudio se les calculó el alfa de Cronbach. Se usó la tabla 9 para determinar el nivel de la fiabilidad del instrumento de la variable independiente y a la vez, determinar la consistencia entre los ítems.

Al término de la cuarta iteración se diseñó el instrumento de la variable dependiente que fue definida con 5 dimensiones, se presenta en la tabla 10. El instrumento tuvo 15 ítems que sirvieron para valorar la percepción de logro de la nivelación del aprendizaje de las matemáticas al usar el modelo didáctico.

Tabla 9

Dimensiones del instrumento de la variable dependiente.

Número	Categoría
A)	Resolución de problemas matemáticos (Aprendizaje Basado en Problemas)
B)	Competencia digital ubicua
C)	Trabajo colaborativo y en equipo
D)	Tutoría y mediación entre pares
E)	Logro académico (Cierre de brechas)

Nota. Cinco elementos que integran a la variable dependiente. Elaboración propia.

Cada uno de los ítems de la variable dependiente se definieron con una escala descriptiva de cuatro niveles de logro en vez de una escala de tipo actitud como la escala de Likert, debido a que no solo se busca valorar una percepción del estudiante, sino que categorizar el desempeño para valorar el cumplimiento de competencias y el cierre de brechas cognitivas al usar el modelo didáctico. Los cuatro niveles se muestran en la tabla 11.

Tabla 10

Escala descriptiva de cuatro niveles de logro.

Descripción del nivel	valor
Insuficiente	1
Básico	2
Satisfactorio	3
Sobresaliente	4

Nota. Se definen 4 niveles por considerarse un valor suficiente para valorar la percepción de logro de cada indicador de la variable dependiente. Elaboración propia.

El instrumento fue diseñado para la aceptación y viabilidad del modelo didáctico para saber el porcentaje de nivelación del aprendizaje de matemáticas de los estudiantes, se sometió a la validación de siete expertos de los que respondieron todos, se invitó a un número impar para evitar empates.

Después de validar el instrumento se calculó el indicador V de Aiken con el fin de determinar el acuerdo entre los expertos en cuanto a claridad, coherencia, relevancia del contenido y constructo del instrumento. Finalmente, el instrumento quedó con 15 ítems.

Durante el primer semestre del año 2026 se aplicó el instrumento al grupo piloto de la asignatura de Método numéricos, respondieron 25 de 40, estos estudiantes son los mismos que se trabajó el semestre pasado con la materia de Álgebra Lineal para evaluar la viabilidad y aceptación del modelo didáctico, respondieron 25 estudiantes, cada uno se tomó 4 a 5 minutos para responder el cuestionario, los datos recogidos del pilotaje se almacenaron en un cuaderno de Excel.

Los datos del pilotaje fueron codificados de acuerdo con la tabla 11 para los análisis cuantitativos correspondientes. Para hacer una tarea del doctorado, se hizo una prueba de significación de Shapiro-Wilk para determinar si los resultados proceden de una distribución normal, esto fue para asegurar que, si es posible hacer los estudios paramétricos, pero, sin embargo, en esta investigación descriptiva y explicativa mediante el procedimiento de la IBD, no se necesitó ni se hicieron los estudios paramétricos en lugar de ellos se realizaron la Baremación y análisis de los niveles de Likert.

Dos semanas después, el instrumento de la variable dependiente se aplicó de nuevo a la población total de 74 estudiantes, pero 17 de esos estudiantes no se evaluaron por ser nuevos en los grupos del semestre anterior. Se evaluaron a 57 estudiantes

del semestre actual de la materia de Métodos Numéricos de la carrera de Ingeniería Civil, de los 57 de la población evaluada, se obtuvo 51 respuestas.

Los datos recogidos con el cuestionario de Microsoft Forms de la población de estudio fueron codificados de acuerdo con la tabla 11. Debido a que hubieron más de 50 respuestas de la población total se hizo una prueba de prueba de Normalidad de Kolmogorov-Smirnov para estar seguro de poder hacer el análisis cuantitativo.

Tanto a los datos recogidos con el instrumento de la variable dependiente del pilotaje como a los datos recogidos de la población total de estudio se les calculó el alfa de Cronbach. Se usó la tabla 9 para determinar el nivel de la fiabilidad del instrumento de la variable dependiente y a la vez, determinar la consistencia entre los ítems.

VII. Resultados y discusión

En este capítulo se describen los resultados del proyecto al aplicar la metodología IBD con la secuencia: análisis, diseño, aplicación y evaluación. El proceso fue iterativo y práctico para definir con el enfoque de la IBD un manual de operación prediseñado que con cada iteración fue retroalimentado y refinado, que finalmente con ello se logró definir un modelo didáctico robusto con seis capas de responsabilidades. Al aplicar el modelo didáctico a la población de estudio se logró alcanzar la nivelación del aprendizaje de estudiantes de matemáticas en ingeniería. La evidencia empírica y conceptual de cada una de las cuatro fases de la metodología IBD, garantizan que el modelo didáctico puede resolver las necesidades identificadas al inicio del proyecto.

7.1 Análisis

En la problematización se hace notar el alto índice de reprobación y bajo aprovechamiento que existe al usar el método de enseñanza-aprendizaje tradicional de modo pasivo y con memorización, conocido como método educativo enfocado al docente. Con el diagnóstico se identificó una brecha de aprendizaje en resolución de problemas matemáticos del contexto y uso de las tecnologías educativas, que justifica una necesidad de nivelación de aprendizaje.

La definición del problema de investigación en el ITCH se centra en la propuesta de un modelo didáctico flexible que motive a los estudiantes al aprendizaje activo con trabajo colaborativo en plataformas híbridas, trabajo en equipo en modo ubicuo, con la metodología basado en problemas y uso de las TIC.

La población objetivo se ubica en todas las carreras de ingeniería en el ITCH, principalmente en las materias de matemáticas, por la diversidad cultural de los estudiantes se determinó que los fundamentos de diseño de la solución se enfocarán en personalizar la ruta del aprendizaje y fomentar habilidades blandas

tales como la comunicación, trabajo colaborativo, trabajo en equipo y pensamiento crítico.

Con un análisis riguroso en las necesidades de la población de estudio se concluye es evidente la justificación para el diseño de un modelo didáctico de trabajo colaborativo que incorpore la metodología ABP y tecnologías educativas. El modelo para responder al problema debe estar diseñado modularmente por capas de responsabilidad para cerrar las brechas de aprendizaje de la población de estudio.

Los resultados que se obtuvieron al analizar la implementación demuestran una de las fortalezas de ABP, con una total coincidencia con Palomino Alca y Osorio Vidal (2023) quienes de igual manera confirman que la metodología ABP mejora el rendimiento académico, favorece el trabajo colaborativo, motiva al trabajo en equipo y propicia la autonomía de los estudiantes. De ahí que pensar que la combinación de ABP y la estrategia de trabajo colaborativo propuesta ayudarán a mejorar e incrementar el aprendizaje colaborativo de los estudiantes.

Por otra parte, León Loaiza y Sánchez (2023) que usaron metodologías combinadas entre ellas el trabajo en equipo con trabajo colaborativo para superar obstáculos para aprender las matemáticas basado en la interdisciplinariedad para resolver problemas matemáticos aplicados y apoyados en las herramientas tecnológicas. Otros éxitos que destacan en su investigación están una mejora en rendimiento académico de los estudiantes con la participación activa para hacer las tareas de clase, el estudiante protagonista de su propio aprendizaje, responsabilidad en el trabajo, habilidad en la investigación, buenos resultados en solución de problemas, hábito en el uso de herramientas tecnológicas y responsabilidad en trabajo individual y en equipo.

Con respecto a la nivelación de aprendizaje en plataformas híbridas obtenidos en la implementación coinciden con los resultados de Díaz Perera et al. (2019) quienes

confirman que los estudiantes de ingeniería al trabajar en plataformas híbridas logran homogenizar conocimientos, mejora el rendimiento académico, fomenta la autonomía del estudiante, empodera los estudiantes en la resolución de problemas matemáticos y mejora la comunicación del estudiante con el docente en las tutorías.

Además, Anchundia Roldán et al. (2023) afirman que las metodologías activas con una gestión correcta en el aula generan un aprendizaje profundo y construcción de conocimientos permanente en los estudiantes, aunque se necesitan de un esfuerzo de trabajo docente para facilitar el aprendizaje. La afirmación coincide con la metodología activa usada en la implementación para lograr un aprendizaje profundo.

7.2 Diseño

En esta segunda fase de la metodología IBD se creó el manual de operación descrito en el anexo 1, como prototipo del modelo didáctico de trabajo colaborativo con una arquitectura modular por capas con la posibilidad de que cada capa pueda ser modificada sin afectar las demás.

El manual de operación actuó como instrumento para la verificación empírica en la fase de aplicación, permitió evaluar y definir la estructura y el procedimiento del modelo didáctico en estudio. Las capas de responsabilidades facilitaron el proceso de aprendizaje con interacción cercana y constante entre estudiantes y docente.

La estructura del modelo didáctico OPESER definida con un proceso de seis capas definieron la secuencia didáctica del aprendizaje de las matemáticas. Con esta práctica educativa con responsabilidades en cada capa se implementa la metodología ABP en un ambiente de trabajo colaborativo, ubicuo y con uso de las TIC.

El modelo OPESER asegura un aprendizaje profundo e integral de las matemáticas a través del uso de la lógica dialéctica tanto en clases como en hacer tareas extraescolares con el trabajo en equipo.

OPESER es un modelo didáctico de trabajo colaborativo que establece directrices sobre uso de las tecnologías educativas para lograr hacer investigación de las aplicaciones de matemáticas y obtener soluciones de problemas matemáticos en el contexto de la ingeniería con modelación y simulación al instante entre los integrantes del equipo de estudiantes. El enfoque de trabajo garantiza la nivelación de aprendizaje de los estudiantes en un contexto real y tecnológico con trabajo en equipo sin importar los conocimientos previos para preparar a los estudiantes a su actuación profesional en la resolución de problemas matemáticos complejos en un entorno digital.

Los elementos utilizados para la implementación del modelo didáctico para la nivelación de aprendizaje coinciden con los resultados de Posso Pacheco et al. (2023), quienes afirman que la nivelación de aprendizaje sucede siempre y cuando los estudiantes sean autónomos, autodidactas, con trabajo colaborativo, pensamiento crítico, comunicación eficaz, buen entorno de aprendizaje y el razonamiento lógico. En consideración de lo anterior y con los resultados de los análisis descriptivos se puede evaluar determinar la viabilidad del modelo didáctico propuesto.

Las habilidades mencionadas fortalecen el proceso de implementación del modelo didáctico a través del manual de operación, logrando evaluar y definirlo, la fundamentación coincide de manera total con el trabajo de Hernández Muñoz y Hernández Gómez (2023) quienes del mismo modo diseñaron el modelo didáctico heurístico DONALD sustentado en la pedagogía de John Dewey y en la teoría de Vygotsky, centrado en los modelos Pólya en la resolución de problemas, 4AMT y MAPIC con metodologías activas y uso adecuado de las TIC para que los

estudiantes autodidactas e independientes para aprender física y matemáticas en nivel superior con la generación del pensamiento crítico a través de la reflexión para consolidar el adquirir nuevos conocimientos. Con los resultados mencionados, se piensa que el modelo didáctico propuesto ayudará a responder la hipótesis de investigación.

7.3 Aplicación

El modelo didáctico de trabajo colaborativo se aplicó cuatro veces mediante el manual de operación, que contribuyó a que cada vez se fuera evaluando y definiendo el manual de operación y que finalmente, en la cuarta iteración se lograra una refinación del manual de operación que dio a lugar en definir y estructurar el modelo didáctico del proyecto.

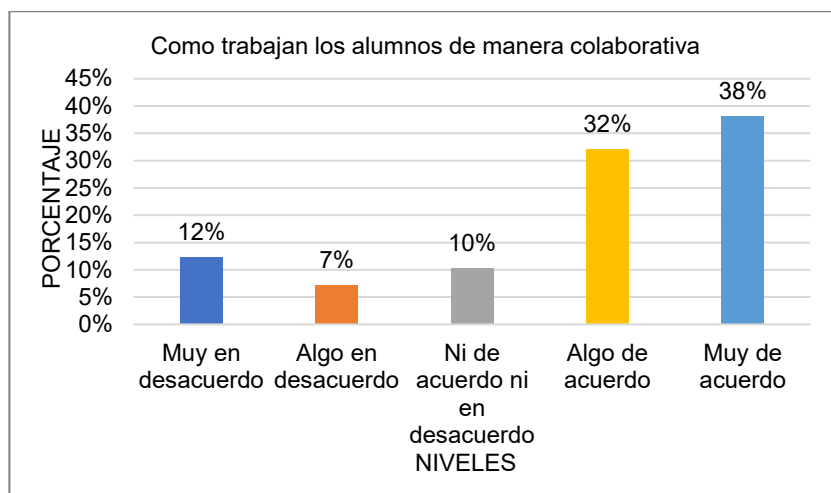
En esta tercera fase de la metodología IBD hubo hallazgos en cada iteración que acercaron progresivamente de manera sistemática tanto a la evaluación y definición como a la aceptación del modelo didáctico centrado en el trabajo colaborativo, uso de la tecnología y la metodología ABP.

7.3.1. Iteración 1

Al término de la primera iteración se aplicaron dos instrumentos, el primero para saber del trabajo colaborativo de los estudiantes y otro para la colaboración digital, los datos recogidos en dos grupos con un total de 62 estudiantes de las materias de Álgebra lineal y Cálculo diferencial de las carreras de Ingeniería Civil e Ingeniería en Gestión Empresarial se le realizó análisis descriptivo de los niveles de la escala de Likert de la tabla 8. Los resultados se muestran en las figuras 5 y 6.

Figura 5

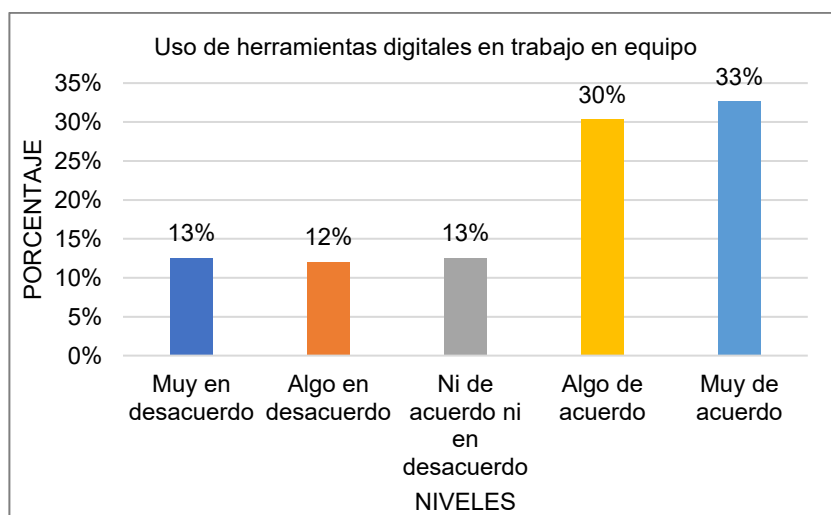
Primer acercamiento del trabajo colaborativo de los estudiantes.



Sin considerar el 10% de estudiantes que ni están de acuerdo ni en desacuerdo en trabajar en equipos en las plataformas híbridas, al final de una primera aplicación del modelo didáctico en definición, se tuvo un 78% de aceptación en el trabajo colaborativo y un 22% que aún no se convencían con la nueva metodología activa para aprender las matemáticas con nivelación de aprendizaje. Por cada dimensión de la variable compleja resultaron: 80% en conocimiento de trabajo colaborativo, 81% con dominio en el tipo de trabajo y 81% en el uso del modelo didáctico.

Figura 6

Primer acercamiento al uso de herramientas digitales.



Sin considerar el 13% de estudiantes que ni están de acuerdo ni en desacuerdo en trabajar en equipos en las plataformas híbridas, al final de una primera aplicación del modelo didáctico en definición se tuvo un 72% de estudiantes que lograron saberes en el uso de herramientas digitales y un 28% que aún no se convencen en la nueva metodología activa para aprender las matemáticas con nivelación de aprendizaje. Por cada dimensión de la variable compleja resultaron: 71% en conocimiento de uso de herramientas digitales, 76% con dominio al trabajar con Teams, Excel, Word y Symbolab y 80% en el uso de las herramientas digitales.

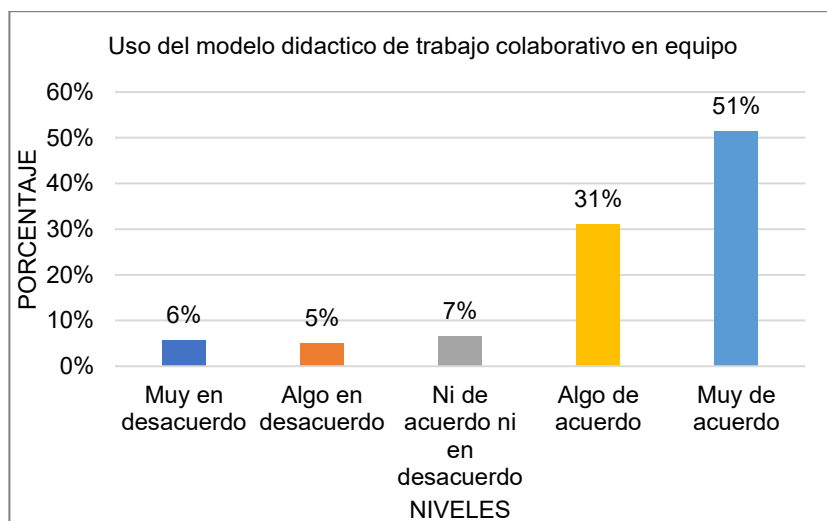
Para poder manejar la complejidad del modelo didáctico, en la primera iteración se enfocó a dos aspectos claves, el trabajo colaborativo de los estudiantes y el uso de herramientas digitales en el entorno del modelo didáctico. El resultado obtenido de más de un 70% en la viabilidad y aceptación en usar el modelo didáctico es comparable positivamente con los resultados de Rodríguez-Díaz (2024) quien destacó que, con el uso de las TIC, el apoyo del docente con retroalimentación a las actividades formativas y con el involucramiento de los estudiantes, se puede lograr diseñar una instrumentación didáctica en modalidad mixta y en un ambiente colaborativo. Sin dejar a un lado que el compromiso de colaboración entre el docente/investigador y estudiantes, es crucial en la IBD para resolver problemas de la práctica educativa (Perrone et al., 2023).

7.3.2. Iteración 2

En la segunda iteración se aplicó un instrumento como un segundo acercamiento para definir la variable independiente para evaluar el uso del modelo didáctico de trabajo colaborativo en equipos, los datos recogidos de dos grupos con un total de 65 estudiantes de las materias de Métodos Numéricos de la carrera de Ingeniería Eléctrica se realizaron análisis descriptivos de los cinco niveles de la escala de Likert de la tabla 8. Los resultados que muestran en la figura 7.

Figura 7

Segunda aproximación al uso del modelo didáctico



Sin considerar el 7% de estudiantes que ni están de acuerdo ni en desacuerdo en usar el modelo didáctico de trabajo colaborativo, al final de una segunda aplicación del modelo didáctico en definición, se tuvo un 88% de aceptación de uso del modelo y un 12% de los que aún no está convencido que con ello puede nivelar su aprendizaje de matemáticas.

Para evaluar el modelo didáctico, hubo un segundo acercamiento a la variable independiente, se definió con ocho dimensiones, los mismos datos procesados para llegar a la gráfica 7, se analizaron por cada dimensión de la variable compleja y se lograron los resultados mostrados en la tabla 12.

Tabla 11

Porcentaje de aceptación de uso del modelo didáctico por estudiantes.

Número	Categoría	% aceptación de uso
A)	Como se integra el Trabajo colaborativo	87%
B)	Actividades o acciones con trabajo colaborativo	92%
C)	El modelo didáctico de trabajo colaborativo	89%
D)	Instrumentos de comunicación	88%
E)	Distribución del trabajo	90%

F)	Herramientas para gestionar el trabajo colaborativo (conocen, usan, entran)	91%
G)	Trabajo en equipo	87%
H)	Trabajo entre pares y trabajo colaborativo	85%

Nota. Se observa que el modelo didáctico está siendo preferido para hacer las actividades con trabajo colaborativo y con herramientas digitales.

De acuerdo con el proceso recursivo nato de la metodología IBD descrito por De Benito Crosetti y Salinas Ibáñez (2016), en esta segunda iteración se ha trabajado en la operacionalización de la variable independiente definitiva. Con la refinación del manual de operación se ha alcanzado una estructura más robusta de tal manera que el instrumento evidencia un 89% de preferencia de uso del modelo didáctico propuesto, con esa evolución continúa, se muestra con claridad la responsabilidad del manual de operación para que el modelo didáctico pase de una aceptación a una preferencia de uso.

7.3.3. Iteración 3

El instrumento de la variable independiente definitivo resulto de 30 ítems, se sometió a la validación de cuatro expertos y a los resultados se aplicó la técnica de V de Aiken en un libro de Excel, se obtuvo un coeficiente de 0.806, ver tabla 13, el valor se encuentra más cercano a uno, se interpreta que hubo un mayor acuerdo entre los expertos en cuanto a pertinencia y adecuación del contenido. Después de la validación por cuatro expertos, el instrumento finalmente quedó con 31 ítems para ser aplicado al grupo piloto y a la población total del estudio.

Tabla 12

Secuencia de operaciones para calcular V de Aiken.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF
1			ADECUACIÓN																													
2			Aplicación			Modelo			Claridad en las asignaciones			Interacción			Jerarquía de interacción			Ubicación geográfica			Tareas			Tamaño			Conocimientos disciplinares			Dominio colaborativo		
3		Experto	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P27	P28	P29	P30
4	1	HMR	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
5	2	ICS	2	1	3	3	3	5	5	5	5	5	3	1	5	1	2	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5	5
6	3	RMB	3	3	3	4	3	4	3	4	3	4	2	3	4	4	3	4	5	3	4	3	3	4	3	4	4	5	4	4	4	4
7	4	TGR	4	4	4	3	5	4	5	5	4	5	4	4	4	4	3	5	5	3	3	3	4	4	3	5	5	5	5	5	5	5
8		Medias	3.500	3.250	3.750	3.750	4.000	4.500	4.500	4.750	4.250	4.750	3.500	3.250	4.500	3.500	3.250	4.750	5.000	4.000	4.250	4.000	4.250	4.500	4.000	4.500	4.500	4.750	4.750	4.750	4.750	4.750
9																																
10		Valor menor	1																													
11		Rango de valores escala	4																													
12		V de Aiken por Ítem	0.625	0.563	0.688	0.688	0.750	0.875	0.875	0.938	0.813	0.938	0.625	0.563	0.875	0.625	0.563	0.938	1.000	0.750	0.813	0.750	0.813	0.875	0.750	0.875	0.875	0.938	0.938	0.938	0.938	0.938
13		V de Aiken por Categoría	0.625			0.771			0.875			0.708			0.688			0.896			0.792			0.833			0.917			0.938		
14		V de Aiken Adecuación	0.804																													
15																																
16			PERTINENCIA																													
17			Aplicación			Modelo			Claridad en las asignaciones			Interacción			Jerarquía de interacción			Ubicación geográfica			Tareas			Tamaño			Conocimientos disciplinares			Dominio colaborativo		
18		Experto	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P27	P28	P29	P30
19	1	HMR	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
20	2	ICS	4	4	4	4	1	2	5	5	5	4	4	4	5	1	4	5	5	5	5	5	5	4	5	4	1	1	5	5	5	4
21	3	RMB	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	4	4	4	5	
22	4	TGR	4	4	2	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3	5	4	3	4	3	4	4	3	5	4	5	4	4	5	4
23		Medias	4.250	4.250	3.750	4.000	3.250	3.750	4.250	4.500	4.500	4.250	4.250	4.250	4.500	3.500	3.750	4.750	4.500	4.250	4.500	4.250	4.500	4.250	4.250	4.750	3.750	4.000	4.500	4.500	4.750	4.500
24																																
25		V de Aiken por Ítem	0.813	0.813	0.688	0.750	0.563	0.688	0.813	0.875	0.875	0.813	0.813	0.813	0.875	0.625	0.688	0.938	0.875	0.813	0.875	0.813	0.875	0.813	0.813	0.938	0.688	0.750	0.875	0.875	0.938	0.875
26		V de Aiken por Categoría	0.771			0.667			0.854			0.813			0.729			0.875			0.854			0.854			0.771			0.896		
27		V de Aiken Pertinencia	0.808																													
28																																
29		V de Aiken Total	0.806			nivel de acuerdo entre los jueces en cuanto a validez de contenido																										
30																																

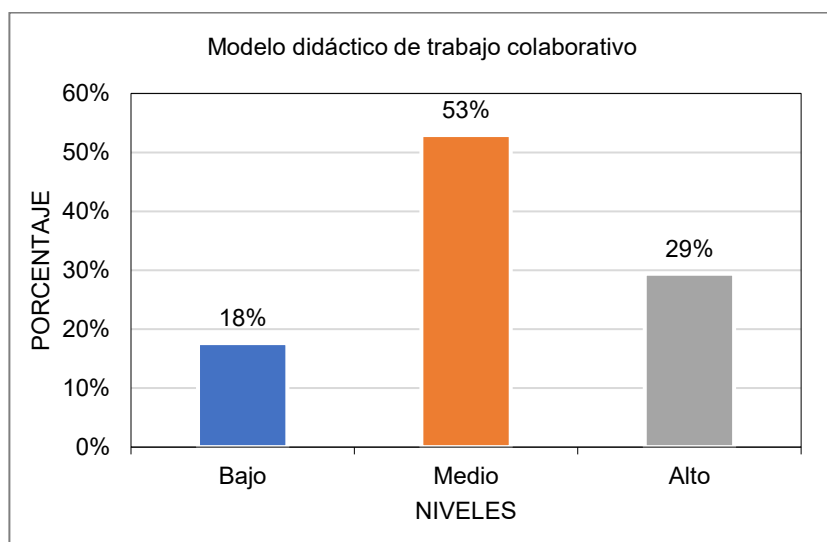
Nota. Para calcular el valor de V de Aiken. las operaciones se realizaron en Excel. Elaboración propia.

El instrumento validado se aplicó a un grupo piloto de los que respondieron 34 estudiantes, se calculó el Alfa de Cronbach con un valor de 0.790 y de acuerdo con la tabla 10, el nivel de fiabilidad y consistencia es suficientemente alta para que el instrumento pueda ser aplicado a toda la población.

Con los datos recogidos del pilotaje, se hizo un primer estudio descriptivo y explicativo con una baremación. De acuerdo con Sánchez et al. (2018) el baremo “es una norma cuantitativa que se establece después de un proceso de investigación denominado estandarización o normalización de un instrumento. Puede ser expresado en puntuación ponderada tipo escala percentil, típica, estanine u otro criterio que adopte el investigador” (p. 23).

Figura 8

Baremación: Aceptación de uso del modelo didáctico.



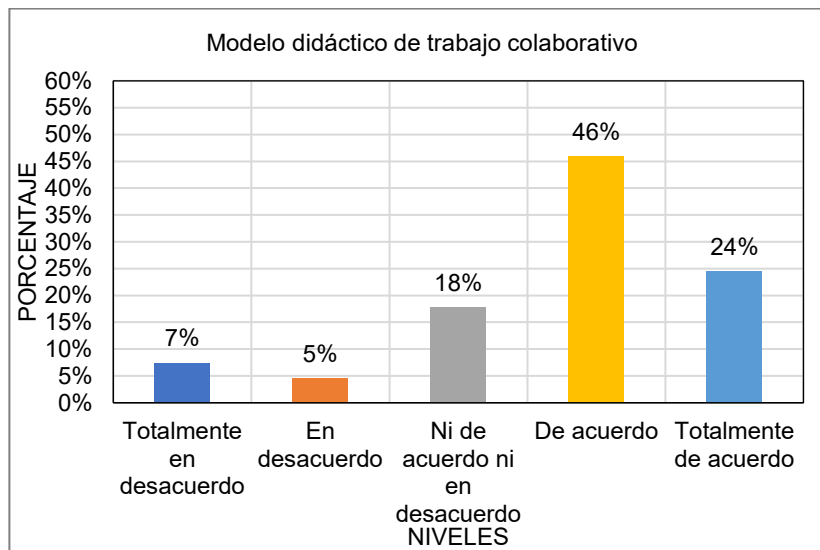
El rango de puntos de los 31 ítems se encuentra entre 31 y 155. Las respuestas se encuentran en el rango de puntos entre 96 a 142, se distribuyen de la manera siguiente: en el nivel Bajo entre 96 a 110 fueron 6; en el nivel Medio el rango es de 111 a 126 fueron 18; y en el nivel Alto el rango es de 127 a 142 puntos fueron 10 estudiantes. Los porcentajes se muestran en la figura 8, los resultados medio y alto

tienden hacia la derecha con un 82% de viabilidad y aceptación de uso del modelo didáctico.

Se hizo otra valoración con los niveles de Likert de la tabla 8 para evaluar la viabilidad y grado de aceptación del nuevo modelo pedagógico de esta investigación. En la figura 9 se muestran los porcentajes de cada nivel.

Figura 9

Niveles de Likert: Aceptación de uso del modelo didáctico.



En la figura 9, se observan que los datos recogidos por la respuesta de 34 estudiantes se resumen en un 12% de estudiantes en desacuerdo, 18% ni de acuerdo ni n desacuerdo y 70% de acuerdo. Los resultados en los rubros De acuerdo y Totalmente de acuerdo sin considerar los neutros tienden hacia la derecha con un 85% de la viabilidad de aceptación de uso del modelo didáctico. El resultado es muy similar al porcentaje obtenido con la baremación, los dos estudios indican que modelo didáctico ya se prefiere para el aprendizaje de las matemáticas.

En esta tercera iteración se lograr definir la variable independiente definitiva con 10 dimensiones. Se diseño su instrumento que fue sometida a una validación rigurosa por expertos para determinar su validez de contenido del instrumento. Estas

acciones coinciden con Rodríguez Ugalde y Díaz Rojas (2023), quienes destacan que al obtener validez y confiabilidad ya se puede aplicar el instrumento a la población del estudio con la confianza de la escala utilizada.

Los resultados obtenidos del grupo piloto muestran más del 80% de viabilidad de aceptación de los estudiantes del uso del modelo didáctico. Los resultados de la baremación sugieren que la incorporación del trabajo colaborativo y las TIC en el aprendizaje de las matemáticas con aprendizaje basado en problemas favorecen el logro de la nivelación del aprendizaje en matemáticas de ingeniería, estos resultados están de acuerdo con los obtenidos por Alania-Contreras et al (2022), quienes lograron baremar con éxito la percepción de los estudiantes en educación *online*.

Al final del semestre se aplica el instrumento a toda la población de estudio, los datos recogidos se conservan en un libro de Excel para ser procesados en la iteración cuatro.

7.3.4. Iteración 4

En las investigaciones aplicadas, algunos investigadores omiten los estudios de normalidad, sin embargo, para asegurar los resultados paramétricos se realizan las pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk y Kolmogorov-Smirnov con el paquete SPSS a todos los datos empíricos recogidos (Pedrosa et al., 2014). En el caso de este estudio las pruebas se realizan en Excel con un nivel de confianza del 95% solo para efectos de una tarea del doctorado. Pero, sin embargo, en esta investigación descriptiva y explicativa mediante el procedimiento de la IBD, no se necesitó ni se hicieron los estudios paramétricos en lugar de ellos se realizaron la Baremación y análisis de los niveles de Likert

En la cuarta aplicación del modelo didáctico, se realizó el cálculo de la normalidad con el método de Shapiro-Wilk a los datos recogidos del grupo piloto en la iteración tres, con las operaciones en Excel se obtuvo un valor de $p=0.0548$ que es mayor que al nivel de significancia de 0.05, esto confirma los estudios parámetros realizados en la iteración tres.

De los datos recogidos de la población del estudio donde solo respondieron 57 estudiantes de la población total de la investigación, al procesarlos en Excel se obtiene un valor del Alfa de Cronbach de 0.795, que confirma la alta confiabilidad del instrumento.

Luego se realiza el cálculo de la normalidad a los datos recogidos de la población del estudio, el método de Kolmogorov-Smirnov arrojó un valor máximo de 0.083 que es menor al valor crítico de la tabla 0.180, por lo que se asume que los datos recogidos con el cuestionario mantienen una distribución normal, con esto, se confirma poder hacer los estudios paramétricos, estos se hicieron solo para efectos de una tarea del doctorado. Pero, sin embargo, en esta investigación descriptiva y explicativa mediante el procedimiento de la IBD, no se necesitó ni se hicieron los estudios paramétricos en lugar de ellos se realizaron la Baremación y análisis de los niveles de Likert, los resultados se muestran en la fase de evaluación del modelo didáctico de trabajo colaborativo.

Para una tarea del doctorado, se calcularon las normalidades en los datos para dar validez a las pruebas paramétricas proporcionan el fundamento para la fase de evaluación, posibilitando una medición sólida de la valoración del estudio a través de las variables. En el estudio de Sánchez-Solis et al. (2024), recomiendan las pruebas de normalidad Shapiro-Wilk y de Kolmogorov-Smirnov para decidir si el estudio será paramétrico o no paramétrico para dar validez a los resultados en la verificación de la hipótesis de la investigación. Pero, sin embargo, en esta investigación descriptiva y explicativa mediante el procedimiento de la IBD, no se

necesitó ni se hicieron los estudios paramétricos en lugar de ellos se realizaron la Baremación y análisis de los niveles de Likert.

7.3.5. Iteración 5

Durante esta quinta iteración mayormente se dedicó el tiempo para reescribir todos los capítulos del documento del proyecto de tesis, dedicado a revisar que todos los capítulos tuviesen coherencia.

En esta iteración está orientada hacia la medición de la variable dependiente de tipo categórica con un análisis descriptivo y explicativo, en consideración de la naturaleza de los datos recogidos. En la etapa de evaluación se determinará el aceptación y viabilidad del modelo didáctico de trabajo colaborativo, con esto completando el ciclo iterativo de la metodología IBD de la investigación científica en la producción de conocimiento evaluado. El tipo de análisis se fundamenta en la investigación de Mayorga Ponce et al. (2022), quienes determinaron que la elección correcta de la prueba estadística depende particularmente de la variable, la cuestión y del nivel de medición. Por esto, se piensa que la nivelación de aprendizaje debe valorar con una variable categórica.

El instrumento para valorar la percepción de logro en la nivelación de aprendizaje de los estudiantes con el método didáctico de trabajo colaborativo fue validado por siete expertos, se le aplicó la técnica de V de Aiken en un libro de Excel, obteniendo un valor de 0.9, que significa un buen acuerdo en claridad, coherencia y relevancia y adecuación del contenido. El instrumento finalmente quedó con 15 ítems para ser aplicado al grupo piloto y a la población total del estudio.

El instrumento validado por expertos con un total de 15 ítems se aplicó a un grupo piloto de los que respondieron 25 estudiantes, se calculó el Alfa de Cronbach con un valor de 0.879 y de acuerdo con la tabla 9, el nivel de fiabilidad y consistencia es

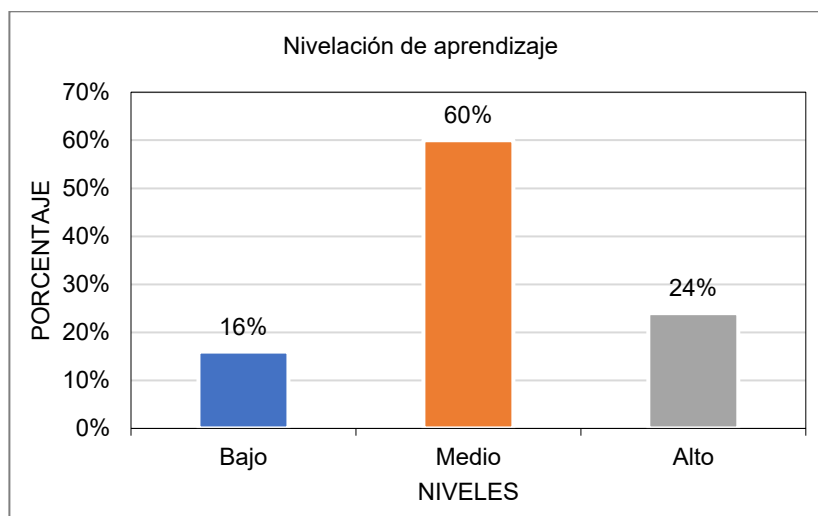
considerablemente alta por lo que el instrumento puede ser aplicado a toda la población.

Para una tarea del doctorado, se realizó el cálculo de la normalidad con el método de Shapiro-Wilk a los datos recogidos del grupo piloto, con las operaciones en Excel se obtuvo un valor de $p=0.282$ que es mayor que al nivel de significancia de 0.05, esto confirma que se pueden hacer los estudios parámetros. Pero, sin embargo, en esta investigación descriptiva y explicativa mediante el procedimiento de la IBD, no se necesitó ni se hicieron los estudios paramétricos en lugar de ellos se realizaron la Baremación y análisis de los niveles de Likert.

Con los datos recogidos, se hizo un primer análisis cuantitativo descriptivo y explicativo a través de una baremación para evaluar la nivelación de aprendizaje de matemáticas de los estudiantes al usar el modelo didáctico, como se muestra la figura 10.

Figura 10

Baremación: Aprendizaje de matemáticas de los estudiantes de ingeniería.



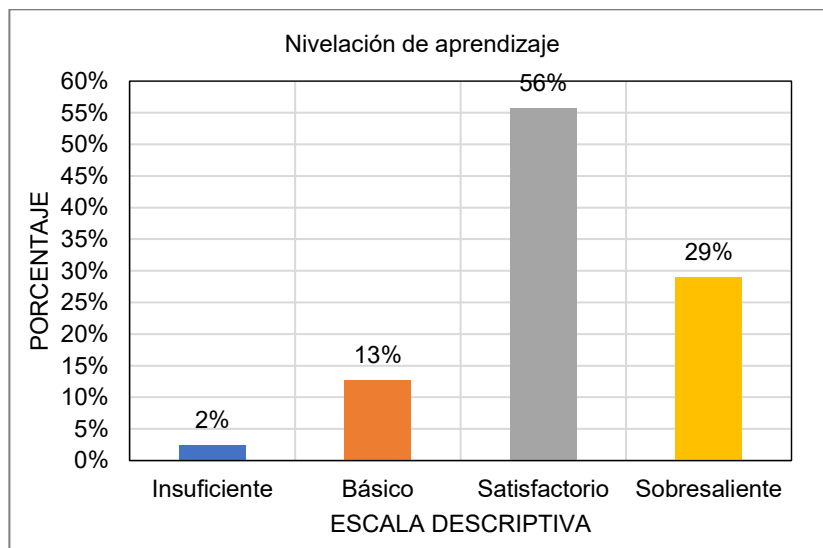
El rango de puntos del instrumento está entre 15 y 60. Respondieron 25 estudiantes que se distribuyen en el rango de 33 a 59 puntos. La distribución se acuerdo a la

figura 10 es de la manera siguiente: en el nivel Bajo entre 33 a 41 respondieron 4; en el nivel Medio entre 42 a 50 respondieron 15; y en el nivel Alto entre 51 a 59 respondieron 6 estudiantes. En la figura 10, al sumar de los niveles Medio y Alto se observa que tienden hacia la derecha con un 84% de nivelación del aprendizaje en los estudiantes de matemáticas al usar el modelo didáctico.

Se hizo otra valoración con los niveles de descriptivos de la tabla 11 para evaluar la nivelación de aprendizaje de matemáticas de los estudiantes con el nuevo modelo pedagógico de esta investigación. En la figura 11 se muestran los porcentajes de cada nivel.

Figura 11

Niveles descriptivos: Aprendizaje de matemáticas de los estudiantes de ingeniería.



En la figura 11, se observan que los datos recogidos por la respuesta de 25 estudiantes se resumen en un 15% de respuestas de estudiantes que necesitan concientización para el uso del modelo didáctico para lograr la nivelación de su aprendizaje de matemáticas, el 85% de respuestas demuestran que los estudiantes del grupo piloto están teniendo un nivel de percepción importante de nivelación de aprendizaje con el modelo al aceptar y preferir un modelo didáctico activo para aprender las matemáticas con nivelación de aprendizaje en equipo. El resultado es

muy similar al porcentaje obtenido con la baremación, los dos estudios indican que la nivelación del aprendizaje con el modelo didáctico ya se prefiere para cerrar brechas.

Las 51 respuestas de la población total de la investigación se procesaron en Excel para obtener un valor del Alfa de Cronbach de 0.904, que confirma la alta confiabilidad del instrumento.

Para efectos de una tarea del doctorado, se calcula la normalidad de los datos con el método de Kolmogorov-Smirnov obteniendo un valor máximo calculado de 0.073 que es menor al valor crítico de la tabla 0.190, por lo que se asume que los datos recogidos con el cuestionario mantienen una distribución normal, con esto, se confirma poder hacer los estudios paramétricos, pero, sin embargo, en esta investigación descriptiva y explicativa mediante el procedimiento de la IBD, no se necesitó ni se hicieron los estudios paramétricos en lugar de ellos se realizaron la Baremación y análisis de los niveles descriptivos.

Por último, en esta iteración cinco se procedió a realizar los estudios para calcular los porcentajes de percepción de logro en la nivelación en el aprendizaje de las matemáticas a través de una Baremación y de un análisis de la escala descriptiva de cuatro niveles, los resultados se muestran en la fase de evaluación del modelo didáctico de trabajo colaborativo.

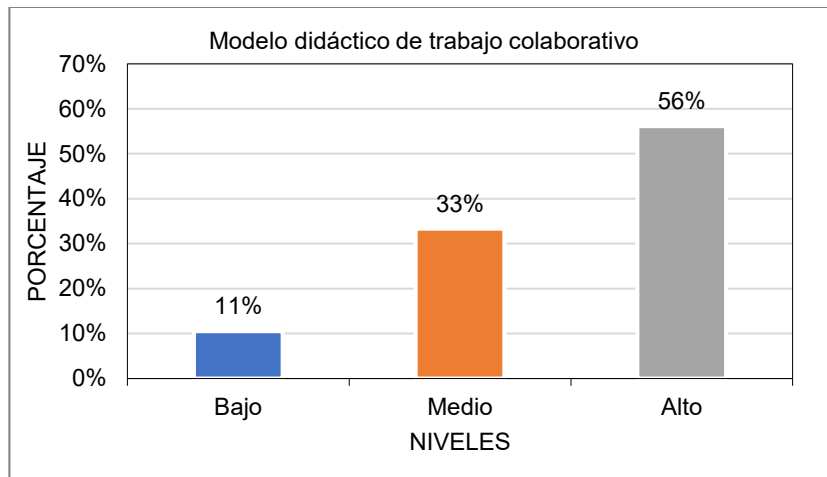
7.4 Evaluación

Al iniciar el proceso de la IBD con un producto construido desde un proceso educativo mediado por tecnología, como en esta investigación, el modelo didáctico encapsulado en el manual de operación con un proceso iterativo de acciones y con trabajo colaborativo entre los actores, se logra el producto final mejorado (Coicaud, 2021).

Con los datos recogidos de la población del estudio con el instrumento de la variable independiente, se realiza un estudio descriptivo y explicativo con una baremación.

Figura 12

Baremación: Aceptación de uso del modelo didáctico.

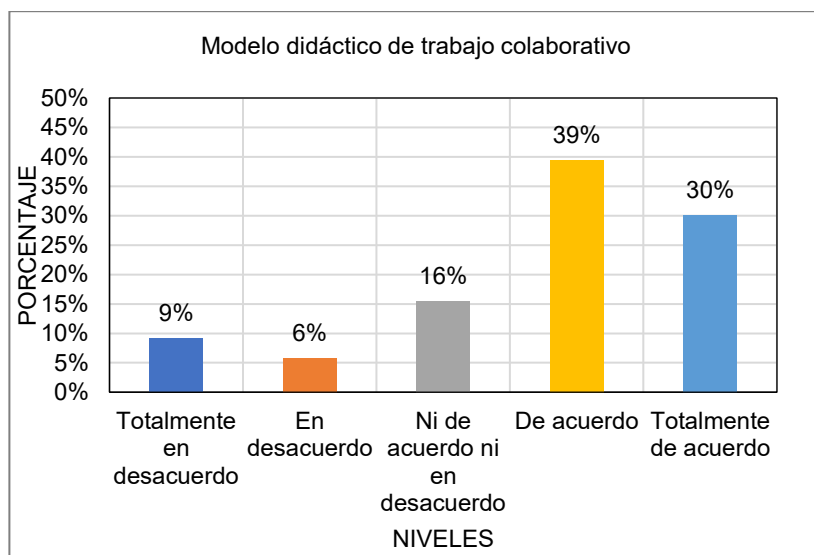


El rango de puntos de los 31 ítems se encuentra entre 31 y 155. Las respuestas se encuentran en el rango de puntos entre 87 a 133, se distribuyen de la manera siguiente: en el nivel Bajo entre 87 a 101 fueron 6; en el nivel Medio el rango es de 102 a 117 fueron 19; y en el nivel Alto el rango es de 118 a 133 puntos fueron 32 estudiantes. Los porcentajes se muestran en la figura 12, los resultados medio y alto tienden hacia la derecha con un 89% de viabilidad de aceptación de uso del modelo didáctico.

Se hizo otra valoración con los niveles de Likert de la tabla 8 para evaluar la viabilidad y grado de aceptación del nuevo modelo pedagógico de esta investigación. En la figura 13 se muestran los porcentajes de cada nivel.

Figura 13

Niveles de Likert: Aceptación de uso del modelo didáctico.

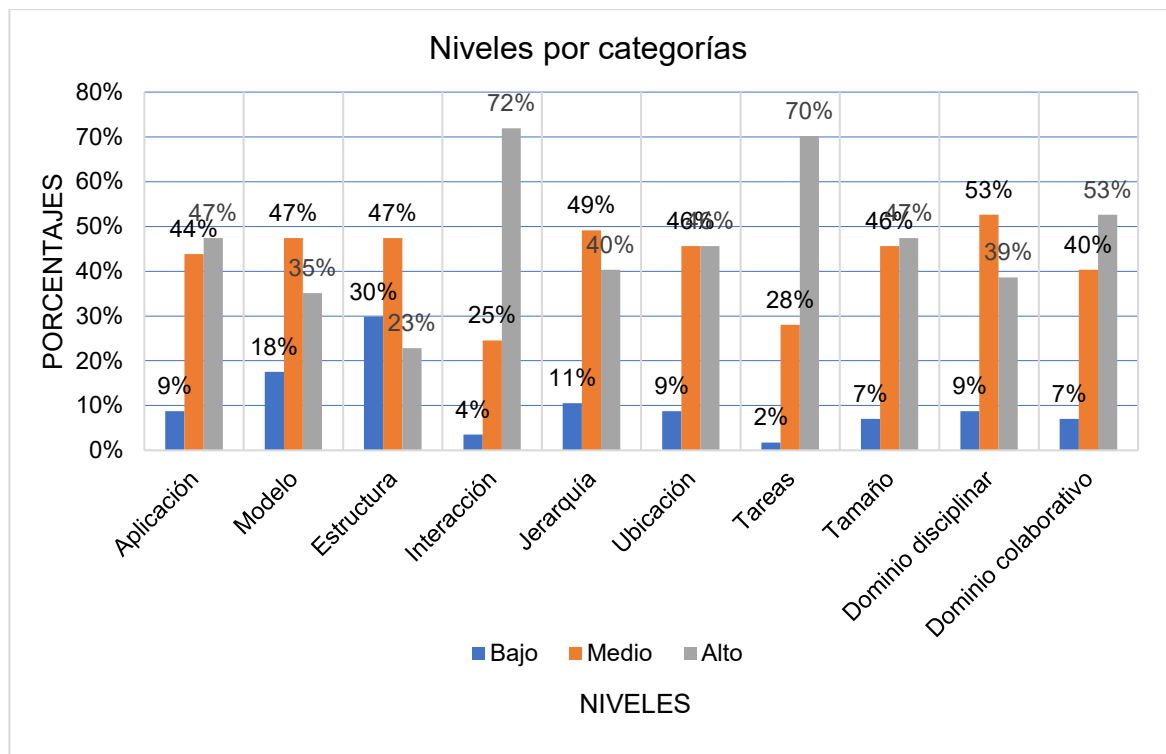


En la figura 13, se observan que los datos recogidos por la respuesta de 57 estudiantes se resumen en un 15% de estudiantes en desacuerdo, 16% ni de acuerdo ni n desacuerdo y 69% de acuerdo. Los resultados en los rubros De acuerdo y Totalmente de acuerdo sin considerar los neutros tienden hacia la derecha con un 82% de la viabilidad de aceptación de uso el modelo didáctico. El resultado es muy similar al porcentaje obtenido con la baremación, los dos estudios sugieren que el modelo didáctico ya se prefiere para la nivelación del aprendizaje de las matemáticas.

Aun cuando todas las 10 dimensiones de la variable independiente fueron fundamentales para evaluar el modelo didáctico OPESER, se destaca la importancia del trabajo colaborativo mencionado en el título de este trabajo. En la figura 14. se presentan los resultados de los datos recogidos de la población de la investigación.

Figura 14

Diez dimensiones de la variable independiente del modelo didáctico



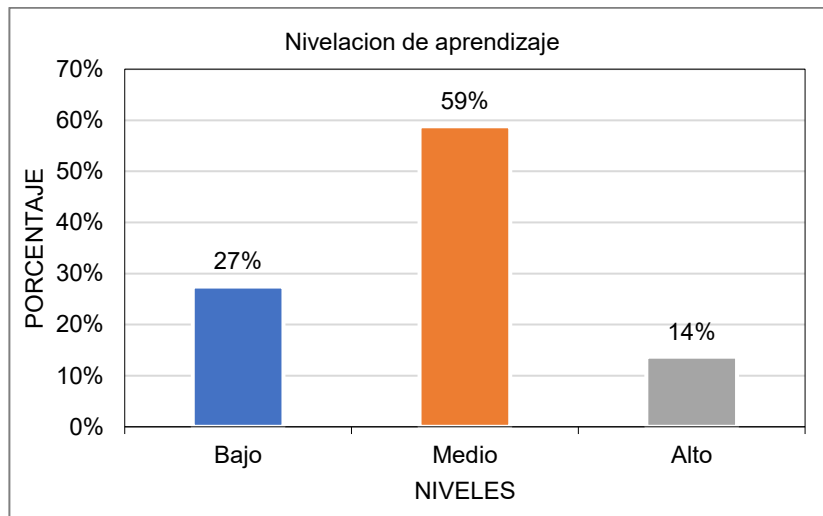
Con los datos recogido de la población de estudio que sirvieron para evaluar la viabilidad y aceptación del modelo didáctico, se hizo un análisis de Baremación de las 10 dimensiones de la variable independiente. En particular la dimensión Dominio colaborativo, al sumar los niveles Medio y Alto de la figura 14 se obtiene un 93%, esto significa que **los estudiantes lograron con éxito trabajar colaborativamente en todas las tareas con el uso de las tecnologías y con responsabilidad con el modelo educativo OPESER**. Se destaca que los porcentajes del nivel Bajo son relativamente pequeños, se observa que en todas las dimensiones se presenta un logro arriba del 80%, que indica que la variable independiente sirvió para evaluar la percepción de aceptación del modelo didáctico para hacer tareas de matemáticas en ingeniería en el ITCH.

También se mide el efecto de usar el modelo didáctico OPESER, para esto se hace un primer análisis cuantitativo descriptivo y explicativo con los datos recogidos a

través de una baremación para evaluar la nivelación de aprendizaje de matemáticas de los estudiantes al usar la nueva metodología pedagógica.

Figura 15

Baremación: Aprendizaje de matemáticas de los estudiantes de ingeniería.

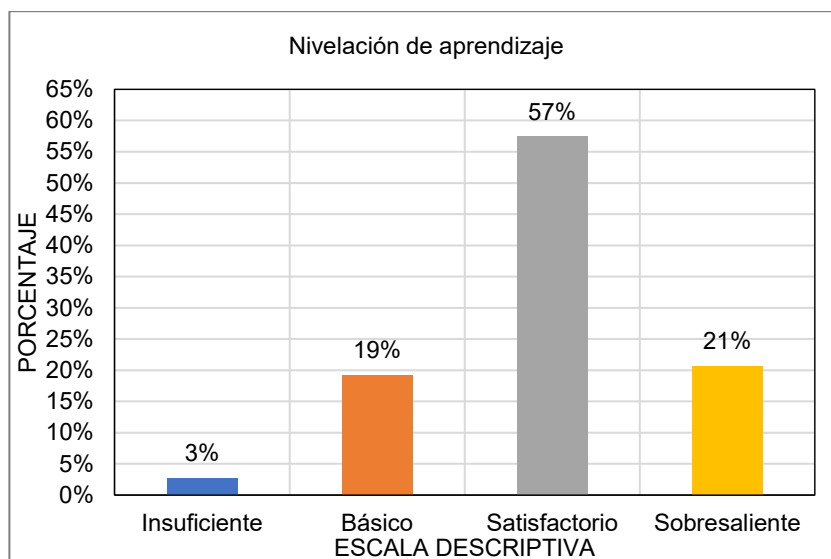


El rango de puntos del instrumento está entre 15 y 60. Respondieron 51 estudiantes que se distribuyen en el rango de 31 a 60 puntos. La distribución se acuerdo a la figura 15 es de la manera siguiente: en el nivel Bajo entre 31 a 40 respondieron 14; en el nivel Medio entre 41 a 50 respondieron 30; y en el nivel Alto entre 51 a 60 respondieron 7 estudiantes. En la figura 15, al sumar de los niveles Medio y Alto se observa que tienden hacia la derecha con un 73% de nivelación del aprendizaje en los estudiantes de matemáticas al usar el modelo didáctico.

Se hizo otra valoración con los niveles de descriptivos de la tabla 12 para evaluar la nivelación de aprendizaje de matemáticas de los estudiantes con el nuevo modelo pedagógico de esta investigación. En la figura 16 se muestran los porcentajes de cada nivel.

Figura 16

Niveles descriptivos: Aprendizaje de matemáticas de los estudiantes de ingeniería.



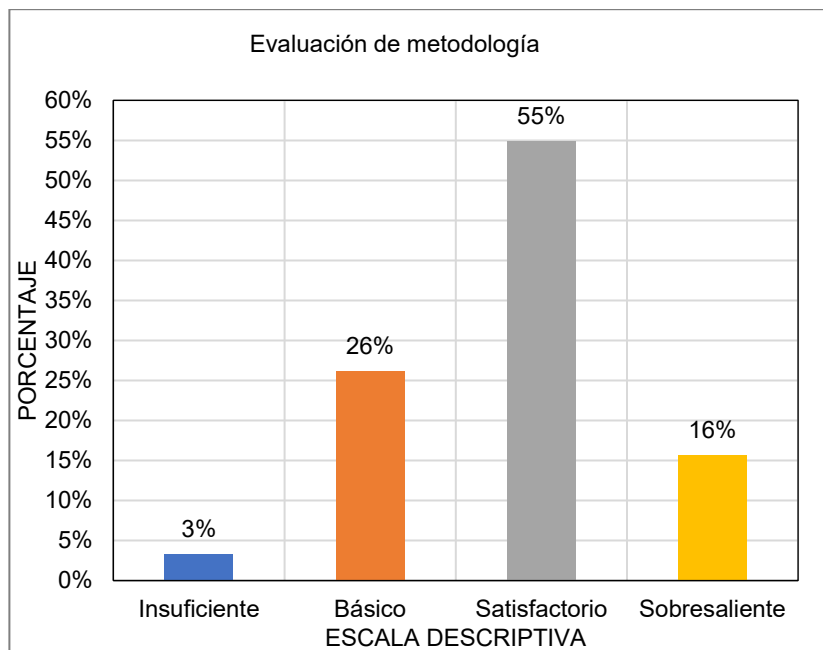
En la figura 16, se observan que los datos recogidos por la respuesta de 51 estudiantes de la población, al sumar los niveles 1 Insuficiente y 2 Básico se obtiene un 22%, esto indica que los estudiantes tuvieron dificultades en trabajar en equipo, que no les intereso aprender, sino que continuaron con la idea en solo perseguir una calificación, en otras palabras, por la actitud de estos, no se logró nivelación de su aprendizaje de matemáticas al usar el modelo didáctico. Por otro lado, al sumar los niveles satisfactorio y Sobresaliente se obtiene un 78% de respuestas, este porcentaje indica el nivel de éxito que los estudiantes de la población tuvieron en la nivelación de aprendizaje de las matemáticas al usar el modelo didáctico. El resultado es muy similar al porcentaje obtenido con la baremación, los dos estudios indican un éxito en la nivelación del aprendizaje con el modelo didáctico OPESER.

Desde los niveles descriptivos, se analiza la estructura de las dimensiones agrupándolas por afinidad:

- Evaluación de metodología: Resolución de problemas matemáticos.

Figura 17

Realizar actividades 1, 2 y 3 con ABP y lógica dialéctica.

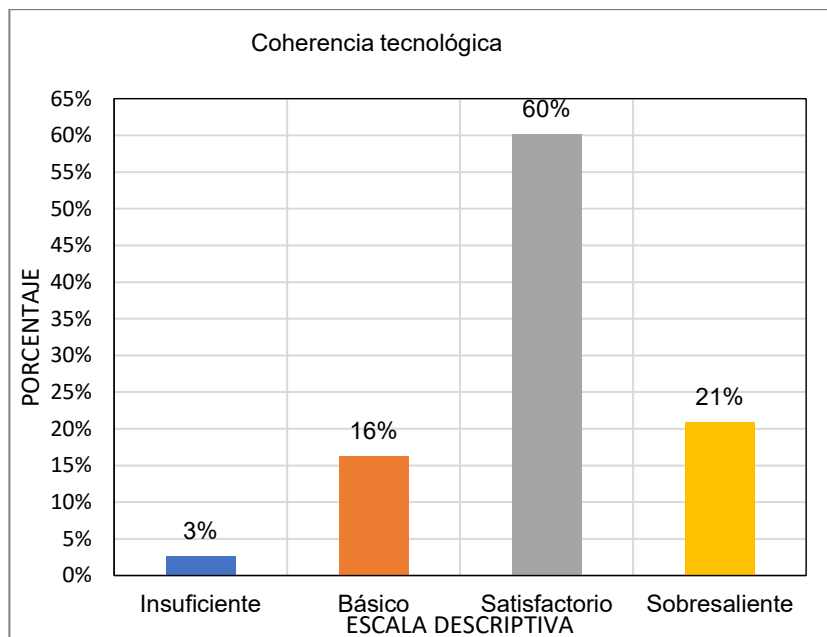


En la figura 17, se observa que un 3% de estudiantes no quisieron trabajar de manera colaborativa y ni trabajar en equipo para hacer las actividades 1, 2 y 3 con el fin de aprender, sino que solo enfocaron a aprobar la materia, pero un 71% de estudiantes lograron con éxito trabajar todas sus actividades al usar el modelo didáctico. Al menos, el 29% de la población del estudio necesita más concientización para trabajar las actividades formativas de acuerdo con el modelo didáctico OPESER mediante el trabajo ubicuo, el uso de la lógica dialéctica y fomentar pensamiento crítico.

- Coherencia tecnológica: Competencia digital ubicua y Trabajo colaborativo y en equipo.

Figura 18

Uso de herramientas como medios para el trabajo colaborativo.

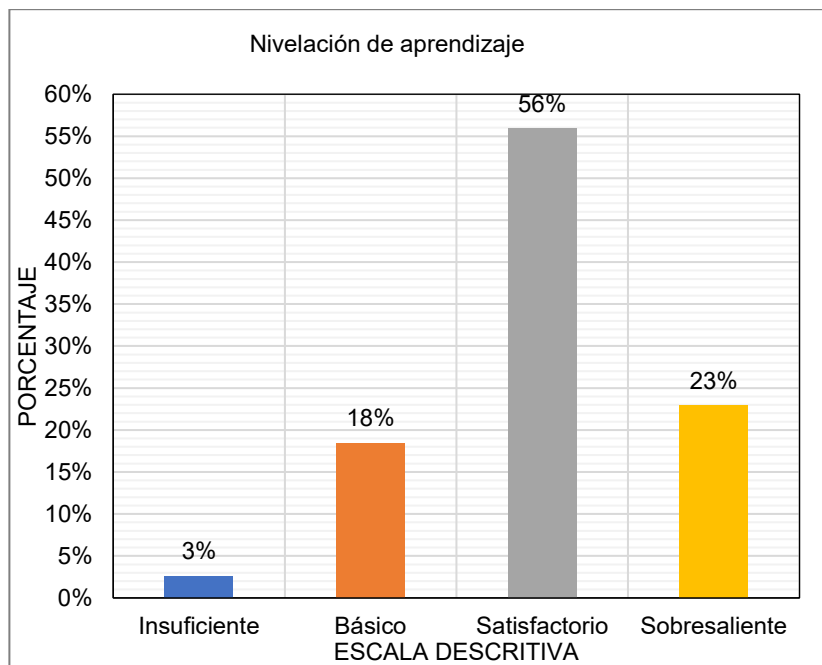


En la figura 18, se observa un 3% de estudiantes no usaron las herramientas como Word y Excel o tuvieron deficiencias en el uso, no trabajaron en los canales de Teams de manera colaborativa y no usaron los comentarios dentro de las tareas para plantear dudas entre ellos o con el docente. **Pero un 81% de los estudiantes lograron con éxito trabajar colaborativamente en todas las tareas con el uso de las tecnologías y con responsabilidad para nivelar su aprendizaje en matemáticas**, con retroalimentación del docente o de sus compañeros de equipo. Se dará mayor atención al 19% de la población del estudio con una concientización hacia el trabajo en plataforma híbridas de manera colaborativa, en equipo y con responsabilidad para lograr eficiencia en la gestión de sus tareas al usar el modelo didáctico OPESER.

- Nivelación de aprendizaje: Tutoría y mediación entre pares y Logro académico (Cierre de brechas).

Figura 19

Aprendizaje colaborativo y nivelación de aprendizaje entre miembros del equipo.



En la figura 19, Los niveles Insuficiente más Básico suma 21% de la población del estudio que no tuvo constancia en las actividades formativas, no procedió a la tutoría entre sus compañeros ni acudió a las asesorías con el docente, por lo tanto, solo aprobaron la materia sin nivelación de aprendizaje, no se logró el cierre de brechas. Los otros 79% de estudiantes de la población de estudio tuvieron éxito con la nivelación efectiva del aprendizaje al trabajar con asesoría entre sus compañeros de equipo y con el docente, ya que entendieron la importancia de la retroalimentación continua para incrementar su aprovechamiento académico.

VIII. Conclusiones.

8.1. Conclusiones

El haber estructurado el manual de operación como prototipo del modelo OPESER, se logró a través de la implementación en tres iteraciones consecutivos ir definiendo el modelo didáctico sustentando en trabajo colaborativo en plataformas híbridas propuesto en esta investigación.

Con los resultados obtenidos de pasar de la aceptación a la preferencia del uso del modelo didáctico, sugieren que fue la mejor selección y decisión por haber usado la metodología IBD que a través de las cuatro iteraciones realizadas en este trabajo de investigación, se fuera refinando el manual de operación que a la vez fuera definiendo el modelo didáctico de trabajo colaborativo, con la asesoría entre pares, con el trabajo ubicuo, basado en la metodología ABP y uso de tecnologías educativas en plataformas híbridas.

Se concluye que el modelo didáctico OPESER usado para la nivelación del aprendizaje de matemáticas de estudiantes de ingeniería funcionó como solución pedagógica efectiva que confirma la hipótesis del estudio. El rigor metodológico y del proceso de refinamiento en cada una de las cuatro iteraciones, se observa una progresión desde la primera iteración con un alcance de aceptación del 75% hasta la evaluación del modelo didáctico con la variable independiente en el que en la cuarta iteración se obtuvo un 86% de viabilidad de aceptación de uso y un 93% en trabajo colaborativo.

La variable dependiente para valorar la percepción de logro de la nivelación de aprendizaje de matemáticas de los estudiantes de ingeniería se diseñó usando una escala descriptiva de cuatro niveles de logro, en vez de usar una escala de tipo actitud como la escala de Likert. Esto es, debido a que, con esta variable, no solo se busca valorar una percepción del estudiante al usar el modelo didáctico, sino que

es muy importante categorizar el desempeño para el conocimiento del cumplimiento de competencias y a la vez, el cierre de brechas cognitivas con el nuevo modelo didáctico OPESER.

Los resultados obtenidos con la variable dependiente, sugieren que usar tecnologías educativas como, Excel, Word, TIC matemáticos y plataformas híbridas como Teams en combinación con metodologías como Tutorías entre pares y Aprender haciendo, logra reducir la brecha que existe en los estudiantes en cuanto a conocimientos previos, permitiendo a los estudiantes con menos competencias iniciales puedan nivelar el aprendizaje con el trabajo en equipo y con el aprendizaje formativo en plataformas híbridas. El aprendizaje de cada uno de los temas de las materias fue valorado a través de una evaluación sumativa en línea y presencial.

Con el instrumento de la variable dependiente se obtiene que la población del estudio lograra aproximadamente un 76% de percepción favorable de logro de nivelación del aprendizaje de matemáticas de estudiantes de ingeniería. Sumado a los 86% de viabilidad de aceptación de uso del nuevo modelo didáctico por los estudiantes de matemática de ingeniera en el Instituto Tecnológico de Chetumal, se puede concluir que este nuevo modelo didáctico de trabajo colaborativo es una alternativa pedagógica que complementa al método tradicional pasivo de memorización y con solo uso de fórmulas. Cabe señalar que la nivelación de aprendizaje debe ser valorado con el instrumento que se presenta en este trabajo por considerarse una herramienta importante que mide percepción de logros.

También se concluye que el modelo didáctico OPESER es una alternativa de la tradición del aprendizaje limitado a cuatro paredes, horario establecido, el docente como transmisor de conocimiento y la memorización. Implica una transformación hacia el trabajo ubicuo, trabajo colaborativo, empoderamiento del estudiante, centrarse en el hacer y construcción de conocimiento significativo para preparar el perfil del ingeniero a enfrentarse a los problemas de la vida real.

Además, se concluye que, se logró responder la pregunta de investigación con un diseño de investigación lo suficientemente robusto a través de la aplicación de la metodología IBD.

8.2. Trabajos futuros

Para determinar el impacto de la investigación realizada, se sugieren los trabajos futuros siguientes:

- Hacer un estudio para poder replicar la investigación en otras instituciones de educación superior con un mayor número de usuarios y extender su aplicación hacia otras disciplinas como física y química para evaluar la eficacia del modelo didáctico.
- Analizar el factor humano dentro del trabajo colaborativo del modelo didáctico, haciendo pruebas asignando roles específicos a los integrantes del equipo para investigar el flujo de la comunicación a través de un liderazgo.
- Hacer un estudio para potenciar la eficiencia digital del modelo didáctico a través de analítica de aprendizaje (Insights) para dar seguimiento a la interacción de los estudiantes dentro de cada uno de los equipos en la plataforma Teams.
- Hacer un estudio longitudinal para medir la permanencia del aprendizaje a través de la nivelación con el modelo didáctico a lo largo de la carrera del estudiante.

IX. Bibliografía.

- Acosta, T., Paccha, M., Yulan Negrete, H. y Barre, D. (2018). La instrucción diferenciada en la evaluación formativa de la matemática. *INNOVA Research Journal*, 3(8), 313-322. <https://doi.org/10.33890/innova.v3.n8.1.2018.787>
- Alania-Contreras, R. D., Chanca-Flores, A., Condori-Apaza, M., Fabian-Arias, E. y Rafaele-de-la-Cruz, M. (2022). Adaptación, validación, fiabilidad y baremación de una escala de actitud hacia la educación online para universitarios en la crisis por COVID-19. *PUBLICACIONES*, 52(3), 229-260. <https://doi.org/10.30827/publicaciones.v52i3.22273>
- Amar, R. M. y Amar, H. M. (2023). Aula invertida y trabajo colaborativo en educación superior. *South Florida Journal of Development*, 4(9), 3703-3712. <https://doi.org/10.46932/sfjdv4n9-027>
- Anchundia Roldán, N. de J., Anchundia Roldán, M. A., Chila Espinoza, B. M. y Angulo Quiñónez, F. M. (2023). Metodologías Activas para un Aprendizaje Significativo. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(4), 6930-6942. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7453
- Araya Cabrera, M. P. y Martínez Clares, P. (2023). El Aprendizaje Basado en Problemas como estrategia de seguimiento de las competencias del perfil de egreso. Una experiencia en Ingeniería Civil en la Universidad de Valparaíso. *Educatio Siglo XXI*, 41(2), 11-38. <https://doi.org/10.6018/educatio.503551>
- Ayala Chauvin, M. A. (2023). Aula invertida en matemática mediada por la creación de videos usando la plataforma YouTube para estudiantes de ingeniería. *Revista Iberoamericana De Tecnología En Educación Y Educación En Tecnología*, (35), e3. <https://doi.org/10.24215/18509959.35.e3>

- Barbosa-Herrera, J. C. y Barbosa-Chacón, J. W. (2019). La tutoría entre pares. Una mirada al contexto universitario en Latinoamérica. *Revista Espacios*, 40(15), 30. <https://www.revistaespacios.com/a19v40n15/a19v40n15p30.pdf>
- Benavides, L. E. C. (2020). Aprendizaje para la generación de conocimiento. *Cadernos de Educação Tecnologia e Sociedade*, 13(3), 279. <https://doi.org/10.14571/brajets.v13.n3.279-286>
- Benavides, G.L. y Cacua, P.I. (2022). Mediación didáctica de las TIC para el desarrollo de competencias matemáticas. *Corporación Universidad de la Costa*. <https://repositorio.cuc.edu.co/handle/11323/9544>
- Blanco Somolinos, R., González Fernández, J. L. y Solares Martínez, C. (2020). Virtualizando la enseñanza presencial en Matemáticas. Recursos en bachillerato y nivel universitario. *Magister*, 32(1), 55-61. <https://doi.org/10.17811/msg.32.1.2020.55-61>
- Cabrera-Puig, R. y Vitale-Alfonso, A. M. (2022). Papel de los modelos matemáticos en la formación profesional. *Revista De Investigaciones Universidad Del Quindío*, 34(1), 312–318. <https://doi.org/10.33975/riuq.vol34n1.1005>
- Calero-Cerna, J. I. y Veramendi-Vernazza, R. T. (2023). El uso de las Tic en las matemáticas. Una revisión sistemática de la literatura. *RIDE Revista Iberoamericana Para La Investigación Y El Desarrollo Educativo*, 13(26). <https://doi.org/10.23913/ride.v13i26.1512>
- Cámara de Diputados. (2021). *Ley General de Educación Superior*. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGES_200421.pdf
- Cobo-Huesa, C., Abril, A.M. y Ariza, M.R. (2021). Investigación basada en el diseño en la formación inicial de docentes para una enseñanza integrada de la naturaleza de la ciencia y el pensamiento crítico. *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación De Las Ciencias*, 18(3), 1-17. https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i3.3801

- Coicaud, S. (2021). La Investigación Basada en Diseño para propuestas de formación virtual. *Locus Digital*, 2(1). <https://doi.org/10.54312/2.1.5>
- Contini, L. E., Fabro, A. P. y Gusmão, T. C. R. (2020). Tareas mediadas por TIC en la enseñanza de matemática en carreras universitarias de perfil profesional. *Brazilian Journal of Development*, 6(7), 43585-43600. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n7-103>
- Coronel Tello, A. E., Gamarra Ramirez, H. C., Huarez Sosa, P. C., Faustino Sánchez, M. Ángel y Collazos Paucar, E. (2023). El uso del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en la educación superior. *Revista EDUCA UMCH*, (21), 29-44. <https://doi.org/10.35756/educaumch.202321.253>
- Coto Villalobos, M. A. E. (2021). El aula invertida en la clase de matemática. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(5), 7750-7766. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i5.873
- Couoh Chan, T., Chaparro Sánchez, R. y Yáñez Soria, L. (2025). Modelo didáctico de trabajo colaborativo OPESER: Aplicado en uniformizar el aprendizaje en estudiantes de ingeniería. *EDU REVIEW. International Education and Learning Review Revista Internacional de Educación y Aprendizaje*, 13(1), 29–41. <https://edulab.es/revEDU/article/view/5433>
- Couoh Chan, T., Chaparro Sánchez, R. (2026a). Diseño y Validación de Instrumento para la Evaluación de un Modelo Colaborativo de Nivelación Matemática en Ingeniería [Manuscrito en revisión]. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*.
- Couoh Chan, T., Chaparro Sánchez, R. y Yáñez Soria, L. (2026b). Modelo Didáctico de Trabajo Colaborativo en Plataformas Híbridas [Manuscrito en revisión]. *Editorial Transdigital*.
- Curo de la Cruz, W. (2024). <https://blog.walthercuro.com/programacion-por-capas/>

- De Benito Crosetti, B. y Salinas Ibáñez, J. M. (2016). La Investigación Basada en Diseño en Tecnología Educativa. *Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*. <https://doi.org/10.6018/riite2016/260631>
- Dede, Y. y Taspinar Sener, Z. (2021). Modelación Matemática desde los Ojos de Maestros en Preservicio. *Revista Latinoamericana De Investigación En Matemática Educativa*, 24(2), 121–150. <https://doi.org/10.12802/relime.21.2421>
- Defaz Cruz, G. J. (2017). El desarrollo de habilidades cognitivas mediante la resolución de problemas matemáticos. *Journal of Science and Research*, 2(5), 14–17. <https://doi.org/10.26910/issn.2528-8083vol2iss5.2017pp14-17>
- Diario Oficial de la Federación. (2014). *Decreto de creación del TecNM [Documento en línea]*. [https://www.tecnm.mx/pdf/jur%C3%ADdico/decreto tecnologico nacional mexico.pdf](https://www.tecnm.mx/pdf/jur%C3%ADdico/decreto_tecnologico_nacional_mexico.pdf)
- Diario Oficial de la Federación (2019). *Ley General de Educación*. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lge/LGE_orig_30sep19.pdf
- Diario Oficial de la Federación. (2025). *Constitución política de los estados unidos mexicanos*. [https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf_mov/Constitucion Politica.pdf](https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf_mov/Constitucion_Politica.pdf)
- Díaz Perera, J. J., De Luna Flores, M. del C. y Salinas-Padilla, H. A. (2019). Curso de nivelación algebraica para incrementar el rendimiento académico en estudiantes de ingeniería en un ambiente virtual de aprendizaje. *RIDE Revista Iberoamericana Para La Investigación Y El Desarrollo Educativo*, 9(18), 456-489. <https://doi.org/10.23913/ride.v9i18.432>
- Duque-Cardona, V. y Largo-Taborda, W. A. (2021). Desarrollo de las competencias científicas mediante la implementación del aprendizaje basado en problemas (ABP) en los estudiantes de grado quinto del instituto universitario de caldas (Manizales). *Panorama* 15(1) (28), 143-156. <https://doi.org/10.15765/pnrm.v15i28.1821>

- Durandt, R., Blum, W. y Lindl, A. (2022). Unidad de Modelización Matemática para estudiantes de primer año de Ingeniería. *Modelling in Science Education and Learning*, 15(1), 77-92. <https://doi.org/10.4995/msel.2022.16646>
- García-Oaxaca, A., Espinosa-Zárate, A. D. C. y Galán-Hernández, V. M. (2022). Tecnología y problemas de comunicación en la cultura del Siglo XXI. *Revista RedCA*, 5(13), 103. <https://doi.org/10.36677/redca.v5i13.18685>
- George Reyes, Carlos Enrique. (2019). Estrategia metodológica para elaborar el estado del arte como un producto de investigación educativa. *Praxis educativa*, 23(3), 1-17. https://cerac.unlpam.edu.ar/index.php/praxis/article/view/3672/pdf_1
- Gil, G.R. (2018). El uso del aprendizaje basado en problemas en la enseñanza universitaria. Análisis de las competencias adquiridas y su impacto. *CUAIEED. Repositorio de Innovación Educativa*. <https://www.innovacioneducativa.unam.mx:8443/jspui/handle/123456789/4262>
- Glinz Férez, P. E. (2005). Un acercamiento al trabajo colaborativo. *Revista Iberoamericana De Educación*, 36(7), 1-14. <https://doi.org/10.35362/rie3672927>
- González-Zamar, M. D. y Abad-Segura, E. (2020). El aula invertida: Un desafío para la enseñanza universitaria. *Virtualidad, Educación Y Ciencia*, 11(20), 75-91. <https://doi.org/10.60020/1853-6530.v11.n20.27449>
- González-Zambrano, N., Salazar-Barrios, G. y Prieto-López, Y. (2022). Plan de formación docente para promover el aprendizaje significativo de los estudiantes con el uso de herramientas tecnológicas. *593 Digital Publisher CEIT*, 7(1-1), 177-195. <https://doi.org/10.33386/593dp.2022.1-1.996>
- Guamanzara-Zambrano, L. E. y Arteaga-Linzán, M. (2023). Estrategia metodológica para el mejoramiento del proceso de enseñanza – aprendizaje con el uso de EVA's. *MQRInvestigar*, 7(1), 2310–2334. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.7.1.2023.2310-2334>

- Guerra-García, J., Guevara-Benítez, Y., Rugerio-Tapia, J. P., Hermosillo-García, Ángela y Pérez-Arana, M. F. (2023). Percepción de estudiantes universitarios sobre la metodología del Aprendizaje Basado en Equipos (ABE). *CULTURA EDUCACIÓN Y SOCIEDAD* 14(2), 9-24.
<https://doi.org/10.17981/cultedusoc.14.2.2023.01>
- Guisasola Aranzabal, J., Ametller, J. y Zuza, K. (2021). Investigación basada en el diseño de Secuencias de Enseñanza-Aprendizaje: Una línea de investigación emergente en Enseñanza de las Ciencias. *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación De Las Ciencias*, 18(1), 1-18.
https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1801
- Hernández Muñoz, D. A. y Hernández Gómez, F. J. (2023). Diseño De Modelo Heurístico (DONALD) Para La Enseñanza – Aprendizaje De La Física A Nivel Universitario. *Revista Ciencia Y Tecnología El Higo*, 13(1), 46-59.
<https://doi.org/10.5377/elhigo.v13i1.16370>
- Hutchins, E. 1995. How a cockpit remembers its speed. *Cognitive Science* 19(3): 265–288.
https://doi.org/10.1207/s15516709cog1903_1 Digital Object Identifier (DOI)
- Lanuzza Saavedra, E. M. (2020). Tecnologías de la información y comunicación (TIC) integradas en estrategias didácticas innovadoras que faciliten procesos de enseñanza aprendizaje en la unidad de funciones de Matemática General, FAREM Estelí. *Revista Científica De FAREM-Estelí*, (36), 22-36.
<https://doi.org/10.5377/farem.v0i36.10609>
- León Loaiza, M. A. y Sánchez, J. E. (2023). Aprendizaje colaborativo en el aula de Matemáticas. *LATAM Revista Latinoamericana De Ciencias Sociales Y Humanidades*, 4(3), 1250–1261.
<https://latam.redilat.org/index.php/lt/article/view/1147>
- Londoño Palacio, O.L., Maldonado Granados, L.F. y Calderón Villafañez, L.C. (2016). Guía para construir estados del arte. International Corporation of

Networks of knowledge. Bogotá.

<https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w25566w/Guia%20estados%20del%20arte.pdf>

Lorenzo Maggiorelli. (29 de marzo de 2020). *El proceso de Revisión de la Literatura (Estado del Arte)* [Video]. Youtube. <https://youtu.be/nQsfn3UIJNM>

Lozano-Ramírez, M. C. (2020). El aprendizaje basado en problemas en estudiantes universitarios. *Tendencias Pedagógicas*, 37, 90–103. <https://doi.org/10.15366/tp2021.37.008>

Maldonado Luna, S. M. (2012). Manual Práctico para el Diseño de la Escala Likert. *Xihmai*, 2(4). <https://doi.org/10.37646/xihmai.v2i4.101>

Márquez De Pérez, M. E. (2019). El Trabajo Colaborativo: Una Oportunidad para el Desarrollo del Pensamiento Práctico del Profesional Reflexivo. *Revista Scientific*, 4(11), 360–379. <https://doi.org/10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2019.4.11.19.360-379>

Mayorga Ponce, R. B., Graciano Ventura, D. C., Martínez Hernández, A., Moctezuma Jiménez, P. M., Pérez Galindo, B. Roldan Carpio, A. (2022). Cuadro comparativo de Análisis Paramétrico y No Paramétrico. *Educación Y Salud Boletín Científico Instituto De Ciencias De La Salud Universidad Autónoma Del Estado De Hidalgo*, 10(20), 90–93. <https://doi.org/10.29057/icsa.v10i20.9143>

Mejía Alemán, L. V., Gallo Águila, C. I. y Quintana Sánchez, D. J. (2022). La modelación matemática como estrategia didáctica para la resolución de problemas matemáticos. *Horizontes. Revista De Investigación En Ciencias De La Educación*, 6(26), 2204–2218. <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v6i26.485>

Méndez Carpio, C. R. (2022). La tecno educación en el contexto de las metodologías activas. *Revista Scientific*, 7(23), 10–20. <https://doi.org/10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2022.7.23.0.10-20>

- Merlano Meza, D. L., Valbuena Duarte, S y Conde Carmona, R. (2022). Conocimiento de Contenido Tecnológico y Pedagógico (TPACK) y creencias sobre las TIC de profesores de matemáticas en formación inicial. *Revista de divulgación científica de la Universidad Alas Peruanas. Hamut'ay*, 9(1), 9. <https://dx.doi.org/10.21503/hamu.v9i1.2372>
- Molina, C. B., Navarro, P., Pliego, G., Lemus, J., Heras, F. y Quintanilla, A. (2020). Introducción de estrategias para la mejora de la retroalimentación formativa en la asignatura de Laboratorio de Desarrollo Industrial del Grado en Ingeniería Química. *Libro De Actas IN-RED 2020: VI Congreso De Innovación Educativa Y Docencia En Red*. <https://doi.org/10.4995/inred2020.2020.11936>
- Molina González, M., Castro Martínez, E., Molina González, J. L. Castro Martínez, E. (2011). Un acercamiento a la investigación de diseño a través de los experimentos de enseñanza. *Enseñanza De Las Ciencias. Revista De investigación Y Experiencias didácticas*, 29(1), 75-87. <https://doi.org/10.5565/rev/ec/v29n1.435>
- Molina-Montalvo, H. I., Macías Villarreal, J. C. y Hernández Fonseca, M. del R. (2023). Evaluando el uso de la plataforma Microsoft Teams en los procesos de enseñanza y aprendizaje durante la pandemia de COVID-19 en una universidad pública. Una perspectiva de los estudiantes. *IE Revista De Investigación Educativa De La REDIECH*, 14, e1633. https://doi.org/10.33010/ie_rie_rediech.v14i0.1633
- Montalvo Cobos, G. V., Lazo Tafur, Y. J., Astuquílca Quijada, I. M. y Figueroa Mejía, O. A. (2021). Métodos de Aprendizaje Basado en la Resolución de Problemas como alternativa didáctica en el logro de competencias matemáticas. *Revista Iberoamericana de educación*, 1. <https://doi.org/10.31876/ie.vi.86>
- Montero, E., Lamilla, E., Guzmán, D., Roblero, J., Pazmino, A., Gutiérrez, E., Velasco, V., Pabón, L. y Romero, A. (2021). Metodología de aprendizaje por pares y proyecto: Una implementación innovadora del proceso enseñanza–

- aprendizaje a nivel universitario en Ecuador. *Revista De Enseñanza De La Física*, 33(2), 359-364. <https://doi.org/10.55767/2451.6007.v33.n2.35283>
- Mora Pluas, P. M., Dueñas Macias, L. B., Ruiz Ley, R. G., Suarez Herrera, J. V. y Conde Suarez, L. O. (2023). Incidencia de la tecnología como herramienta pedagógica para facilitar el aprendizaje de las matemáticas. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(4), 2171-2193. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7039
- Moreira Cedeño, S. A., Monroy Villón, A. E. y Cevallos Velez, L. R. (2023). Fundamentos filosóficos de la Pedagogía Crítica de Paulo Freire. *Alternancia - Revista de Educación e Investigación*, 5(9), 77-87. <https://doi.org/10.33996/alternancia.v5i9.1105>
- Moreno, H.A. y Couoh, C.T. (2022). El Rol del Alumno y del Docente en un Ambiente de Modelación Matemática: Una Investigación Documental [Presentación de paper]. *Memorias del Congreso Internacional de Investigación Academia Journals Chetumal 2022*, 14(3), 427-431 <https://static1.squarespace.com/static/55564587e4b0d1d3fb1eda6b/t/629b85f65ddcdf4491df01a8/1654359549098/Tomo+04+-+Art%C3%ADculos+del+Congreso+AJ+Chetumal+2022.pdf>
- Nestor Alberto García Sánchez. (2023). La experiencia del aprendizaje ubicuo en la educación. *DIALÉCTICA*, 1(20). <https://doi.org/10.56219/dialctica.v1i20.1646>
- Ocampo Ulloa, W. L., Huilcapi Masacon, N. H. y Cifuentes Rodríguez, A. F. (2019). La estructura organizacional en función del comportamiento del capital humano en las organizaciones. *RECIMUNDO*, 3(4), 114–137. [https://doi.org/10.26820/recimundo/3.\(4\).diciembre.2019.114-137](https://doi.org/10.26820/recimundo/3.(4).diciembre.2019.114-137)
- Ortiz Ortiz, M. L. y Hernández Yomayuzza, O. M. (2023). Aprendizaje basado en problemas mediado por una aplicación educativa móvil. *Revista Virtual Universidad Católica Del Norte*, (69), 43–69. <https://doi.org/10.35575/rvucn.n69a3>

- Palella, S. y Martins, F. (2006). Metodología de la Investigación Cualitativa. *Fondo Editorial de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador*. Fedeupel. Venezuela.
- Palomino Alca, J. T. y Osorio Vidal, V. G. (2023). El aprendizaje basado en problemas para el logro de competencias en educación superior. *Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2(16), 1-20. <https://doi.org/10.46377/dilemas.v2i10.3484>
- Pavía Mendoza, A. y de la Cruz Flores, G. (2023). Tutoría entre pares: Una revisión sistemática de la literatura. *Revista Mexicana de Orientación Educativa*, 20(3), 1-23. <https://doi.org/10.31206/rmdo512023>
- Pedrosa, I., Juarros-Basterretxea, J., Robles-Fernández, A., Basteiro, J. y García-Cueto, E. (2014). Pruebas de bondad de ajuste en distribuciones simétricas, ¿qué estadístico utilizar? *Universitas Psychologica*, 14(1). <https://doi.org/10.11144/javeriana.upsy14-1.pbad>
- Pérez-Anagumbra, G. y Iturralde-Sosa, C. (2024). Pedagogía Transformadora desde el Aprender Haciendo. *593 Digital Publisher CEIT*, 9(2), 807-815. <https://doi.org/10.33386/593dp.2024.2.2403>
- Pérez Collantes, R. D., Alberto Lovera, P. C., Gonzales Zuñiga De Las Casas, N. E. y Salvatierra Melgar, Ángel. (2022). Aula Invertida para el aprendizaje de Física a nivel universitario. *Horizontes. Revista De Investigación En Ciencias De La Educación*, 6(23), 404–417. <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v6i23.343>
- Pérez González, A., Quero Méndez, O. N. y Bravo Viera, J. L. (2020). Estrategia didáctica para enseñar a dirigir el proceso de enseñanza-aprendizaje de la resolución de problemas matemáticos. *Revista Educación*, 45(1), 438–456. <https://doi.org/10.15517/revedu.v45i1.42112>
- Perrone, V., Añon, P., Martínez, L., Flecchia, S., Calero, S., Menéndez, A. y Varela, D. (2023). La IBD en la formación de docentes, un enfoque para el diseño de

dispositivos pedagógicos para la enseñanza técnica y tecnológica en clave de multimodalidad. ANEP CFE.

<https://repositorio.cfe.edu.uy/bitstream/handle/123456789/2416/Perrone%2c%20V.%2c%20La%20IBD.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Piaget, J. (1991). Seis estudios de psicología, España: Labor.

Posso Pacheco, R. J., Córdor Chicaiza, M. G., Herrera Rojas, M. del C., Yáñez Ronquillo, N. del P. y Jácome Machado, P. E. (2023). La nivelación de conocimientos: Retos de la educación post pandemia. *Revista EDUCARE - UPEL-IPB - Segunda Nueva Etapa 2.0*, 27(1), 94–110. <https://doi.org/10.46498/reduipb.v27i1.1861>

Pozas, D. C., Araya, O. E. y Santori, M. L. (2023). Análisis de aplicaciones de los sistemas de ecuaciones en textos de Álgebra Lineal. *Revista Chilena De Educación Matemática*, 15(1), 15–30. <https://doi.org/10.46219/rechiem.v15i1.120>

Rangel, R. P., Vieyra, M. T. S., Alcalá, M. E. L., & González, R. P. (2021). Examples to relate school mathematics to everyday life mediated by video, Tracker and GeoGebra: Ejemplos para relacionar las matemáticas escolares con la vida cotidiana a través de vídeos, Tracker y GeoGebra. *South Florida Journal of Development*, 2(3), 4417–4434. <https://doi.org/10.46932/sfjdv2n3-046>

Rao, N.N., Couoh, C.T. y Rivera, P.C. (2019). SIMULACIÓN EN EXCEL DE UN SISTEMA PID PARA CONTROL AUTOMATIZADO DE LA VELOCIDAD DE UN MOTOR CD [Presentación de paper]. *Memorias del Congreso Internacional de Investigación Academia Journals Chetumal 2019*, 11(3), 1311-1316 <https://static1.squarespace.com/static/55564587e4b0d1d3fb1eda6b/t/5e2b22a94497272d9e9adbbd/1579885261805/Memorias+Academia+Journals+Chetumal+2019+-+Tomo+08.pdf>

Rodríguez, B.C., Bowen, Q.C., Pérez, R.J. y Rodríguez, G.M (2020). Evaluación de las capacidades de aprendizaje colaborativo adquiridas mediante el proyecto

integrador de saberes. *CUAIEED. Repositorio de Innovación Educativa*, 13(6), 239-246

<https://www.innovacioneducativa.unam.mx:8443/jspui/handle/123456789/5527>

Rodríguez-Díaz, A. (2024). Formulación de un diseño de instrumentación didáctica en b-Learning para educación superior. *Revista Latinoamericana De Estudios Educativos*, 54(1), 325-372. <https://doi.org/10.48102/rlee.2024.54.1.604>

Rodríguez-Guijarro, C. M. y Castro-Salazar, A. Z. (2021). Plataforma Microsoft Teams y su influencia en el aprendizaje de estudiantes de básica superior. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 6(3), 510–527. <https://doi.org/10.35381/r.k.v6i3.1329>

Rodríguez Orbea, D. C. y Giraldo Montoya, M. C. (2019). Una propuesta para enseñar argumentación desde el modelo de Biggs. *Enunciación*, 24(2), 199-210. <https://doi.org/10.14483/22486798.14444>

Rosales-Reyes, L. E., Vásconez-Vásconez, A. E. y Zúñiga-Delgado, M. S. (2024). La nivelación en los aprendizajes de los estudiantes de octavo año de educación básica de la Unidad Educativa Teodoro Wolf post pandemia - Guía de recopilación de estrategias y técnicas de nivelación en Lecto-Escritura y Razonamiento Lógico Matemático. *MQRInvestigar*, 8(1), 1863-1877. <https://doi.org/10.56048/mqr20225.8.1.2024.1863-1877>

Rosas Toro, M. A., Rosas Aguilar, C. J., Bridat Cruz, A. M. y Arán Sánchez, L. R. (2023). Las TIC y los dispositivos móviles en la educación superior. *Multidisciplinas De La Ingeniería*, 6(07), 34–44. <https://doi.org/10.29105/mdi.v6i07.151>

Roselli, N. D. (2016). El aprendizaje colaborativo: Bases teóricas y estrategias aplicables en la enseñanza universitaria. *Propósitos Y Representaciones*, 4(1). <https://doi.org/10.20511/pyr2016.v4n1.90>

- Reyes Torres, G. A., Saavedra, J. H. y Aguayo-Vergara, M. (2019). Aprendizaje basado en equipos en un curso de Ingeniería en Educación Superior. *Revista Educación*, 44(1), 361–380. <https://doi.org/10.15517/revedu.v44i1.38316>
- Rocha Gámez, J. y Armijo Martínez, S. (2021). Experiencia docente en un curso de matemáticas virtual en pandemia covid -19. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(5), 8149-8162. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i5.895
- Ruiz Mori, I. y Villar Paredes, E. (2023). Trabajo colaborativo, un desafío desde aulas virtuales: una revisión bibliográfica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1), 11172-11188. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.5329
- Salcido RMV, Vargas TA, Medina VNA, Ramirez AF, García SMO, Briseño GAM y Jimenez AJM. (2021). Revisión sistemática: El más alto nivel de evidencia. *Ortho-tips*, 17(4), 217-221. <https://doi.org/10.35366/102220>
- Salgado-Escobar, G. y Aguilar-Fernández, M. (2021). Hacia la transformación de los estudiantes: un proceso transdisciplinario para la educación superior. *RIDE Revista Iberoamericana Para La Investigación Y El Desarrollo Educativo*, 12(23). <https://doi.org/10.23913/ride.v12i23.1057>
- Sánchez-Gálvez, L. A., Becerra-Castelan, F. J., Hernández-Sarmiento, O., Anzures-García, M. y Fernández-Luna, J. M. (2021). Plataforma Colaborativa de Gestión Académica basada en un Enfoque Constructivista Social. *Tecnología Educativa Revista CONAIC*, 6(1), 56-61. <https://doi.org/10.32671/terc.v6i1.50>
- Sánchez, H., Reyes, C. y Mejía, K. (2018). Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística. *Universidad Ricardo*
- Sánchez-Solis, Y., Raqui-Ramirez, C., Huaroc-Ponce, E. y Huaroc-Ponce, N. (2024). Importancia de Conocer la Normalidad de los Datos Utilizados en los Trabajos de Investigación por Tesis. *Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0*, 17(2), 404-413. <https://doi.org/10.37843/rted.v17i2.554>

- Sanguino Reyes, M. R. y Cuesta Quintero, B. (2023). Tercerización de servicios de tecnologías de información: Modelo de gobierno para las universidades públicas. *Revista CEA*, 9(21). <https://doi.org/10.22430/24223182.2398>
- Sarauz, M., Shuguli, J., Vaca, D. y Villafuerte, R. (2020). Evaluación de satisfacción a los estudiantes sobre el uso del software Microsoft Teams. *Minerva*, 1(2), 13-18. <https://doi.org/10.47460/minerva.v1i2.7>
- Serrano González-Tejero, José Manuel y Pons Parra, Rosa María. (2011). El Constructivismo hoy: enfoques constructivistas en educación. *Revista electrónica de investigación educativa*, 13(1), 1-27. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1607-40412011000100001&lng=es&tlng=es.
- Tapia-Vélez, J. J., Garcia-Herrera, D. G., Erazo-Álvarez, J. C. y Narváez-Zurita, C. I. (2020). Aprendizaje Basado en Problemas como estrategia didáctica para el desarrollo del razonamiento lógico matemático. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 5(1), 753. <https://doi.org/10.35381/r.k.v5i1.808>
- Tecnológico Nacional de México. (2015). *Manual de Lineamientos Académico-Administrativos del Tecnológico Nacional de México [Documento en línea]*. https://www.tecnm.mx/normateca/Direcci%C3%B3n%20de%20Docencia%20e%20Innovaci%C3%B3n%20Educativa/Manual%20Lineamientos%20TecNM%202015/Manual_de_Lineamientos_TecNM.pdf
- Tecnológico Nacional de México. (2024). *Modelo Educativo del Tecnológico Nacional de México [Documento en línea]*. https://www.tecnm.mx/archivos/slider/Modelo_Educativo_del_TecNM_digital_0190.pdf
- Tomlinson, C. A. (1999). *The Differentiated Classroom: Responding to the Needs of All Learners*. Association for Supervision and Curriculum Development. Alexandria, VA USA.

- Torres- Sánchez, H. (2022). Sinergia en las ciencias básicas para la solución de problemas de ingeniería. *Revista De La Academia Colombiana De Ciencias Exactas, Físicas Y Naturales*, 46(180), 646–655. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.1747>
- Rodríguez Ugalde, E. y Díaz Rojas, A. (2023). Construcción y validación de la escala de bienestar en el aula en entornos virtuales. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1), 9146-9161. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.5110
- Vygotsky, L., S. (1988). El desarrollo de los procesos psicológicos superiores, Grijalbo: España.
- Williner, B. (2021). La clase invertida a través de tareas. Una experiencia durante el periodo de aislamiento por COVID-19 en carreras de ingeniería. *Revista Iberoamericana De Tecnología En Educación Y Educación En Tecnología*, (28), e6. <https://doi.org/10.24215/18509959.28.e6>
- Zayas-Batista, R., Escalona-Reyes, M., Estupiñán-González, R. y Cedeño-Intriago, R. (2023). El proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos de la matemática superior en las carreras de Ingeniería. *Revista Transdisciplinaria De Estudios Sociales Y Tecnológicos*, 3(1), 37–46. <https://doi.org/10.58594/rtest.v3i1.62>

X. Anexos.

Anexo 1. Manual de operación modelo didáctico OPESER.

Manual de operación modelo didáctico OPESER

Modelo Didáctico de Trabajo Colaborativo en Plataformas Híbridas para Uniformizar Niveles de Aprendizaje en Estudiantes del TecNM/ITCH

Tomás Couoh Chan
Doctorado en Innovación en Tecnología Educativa

Octubre de 2026

Manual desarrollado para la operación del Modelo Didáctico de Trabajo Colaborativo en Plataformas Híbridas para Uniformizar Niveles de Aprendizaje en Estudiantes del TecNM/ITCH

® Todos los derechos reservados

Octubre de 2026

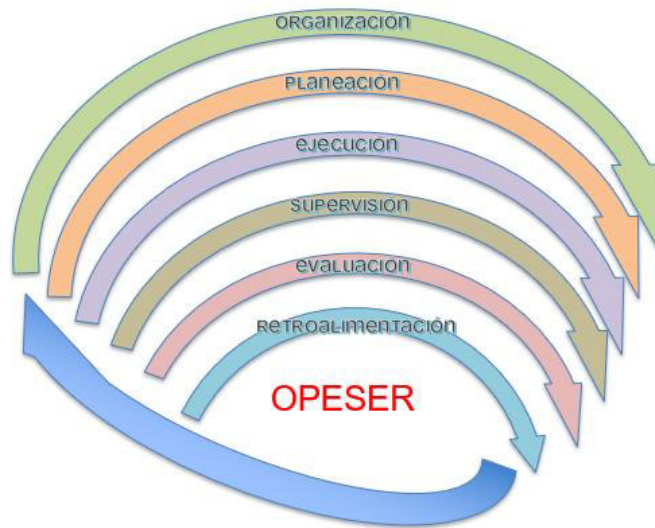
Tomás Couoh Chan

Instituto Tecnológico de Chetumal

Quintana Roo, México

Figura 1.

Capas del modelo didáctico OPESER para hacer tareas de matemáticas en ingeniería.



1. Organización

El objetivo es organizar el material del curso con las actividades de investigación documental, los ejercicios de aplicación de cada tema y establecer las actividades para que el estudiante pueda lograr los 100 puntos que se requieren por tema.

Esta capa consta de las cinco fases siguientes:

1. Identificación las actividades de investigación documental y los ejercicios de aplicación de tal manera que contribuyan en el cumplimiento de la competencia del tema.
2. Elección de las actividades y los ejercicios identificados de manera que también contribuyan al perfil del egresado.
3. Asignación de puntos a cada uno de los ejercicios seleccionados.
4. Organización del tema en las cuatro actividades siguientes:
 - a. Exposición conceptual de subtemas por los alumnos para cubrir 10 puntos de calificación del tema.
 - b. Investigación documental con evaluación formativa sobre aplicaciones del tema para cubrir 15 puntos de calificación del tema.
 - c. Problemas aplicativos y ejercicios con evaluación formativa del tema para cubrir 35 puntos de calificación del tema.
 - d. Evaluación sumativa del tema en línea en la plataforma Teams con retroalimentación inmediata después de haber terminada la evaluación para cubrir 40 puntos de la calificación del tema.
5. Elaboración de la rúbrica de cada una de las actividades, vigilando que el total de horas dedicadas a las actividades 2 y 3, no sean más del doble de tiempo total programado para cubrir el tema.

2. Planeación

El objetivo es planear la forma de atacar las actividades 1, 2 y 3 que harán los estudiantes mediante trabajo colaborativo y en equipos de 3 integrantes en la plataforma Teams, mismas que fueron definidas en la capa uno.

Esta capa consta de las catorce fases siguientes:

1. Una vez teniendo el horario del semestre, el docente debe crear en la plataforma Teams el equipo de Clase por cada grupo de su lista de materias.

2. Con el apoyo de la lista de estudiantes, dar de alta a cada uno de ellos en su equipo de Clase al que corresponde.
3. El docente debe elaborar en Excel un control de calificaciones por cada de los grupos de su horario del semestre para registrar los valores de cada una de las actividades 1, 2 y 3 obtenidos por los estudiantes durante el semestre.
4. En canal General de cada equipo de Clase, en la carpeta Archivos subir los documentos del curso como son instrumentación didáctica, libros, listas de estudiantes, planeación de clases y temario del curso, en la subcarpeta Materiales de clase (creado al dar de alta al equipo de Clase) el docente debe subir antes del inicio de cada tema el material de apoyo que ha desarrollado para la exposición por los estudiantes y crear una subcarpeta dentro de la carpeta archivos con el nombre de Actividades (Tareas).
5. El primer día de clases, solicitar a los estudiantes que conformen equipos de trabajo de 3 integrantes para atacar las actividades 1, 2 y 3 de la capa uno, la lista de cada equipo de estudiantes del grupo debe ser enviado al correo institucional del docente. También solicitar los números de WhatsApp de los jefes de grupo para los avisos correspondientes.
6. En el mismo primer día de clases, explicar a los estudiantes la interfaz de Teams explorando las opciones: Actividad, Chat, Equipos, Tareas, Calendario y Llamadas.
7. Usando la opción +Nuevo estando en el canal General, crear un Documento de Word y un Libro de Excel para ejemplificar la realización de las actividades en equipos con trabajo colaborativo para uniformizar niveles de aprendizaje de los estudiantes.
8. El docente debe crear los canales de tipo Privado en cada equipo de Clase en Teams de todos los equipos de estudiantes de todos los grupos.
9. Antes de iniciar cada tema, el docente debe hacer una programación para distribuir todos los subtemas a ser expuestos en el aula de clases por los equipos de estudiantes.
10. La actividad 1 de la capa uno, debe ser preparada por cada uno de los equipos de estudiantes para que se realicen las exposiciones

por subtemas de manera colaborativa apoyándose con el material de apoyo de cada tema y el libro proporcionado por el docente.

11. La distribución de los subtemas para exposición por equipos debe estar en concordancia a las horas programadas por el docente en cada tema.
12. Al menos con 3 días antes de terminar cada tema, el docente debe subir en la carpeta de Actividades (Tareas) que está ubicada en la carpeta Archivos de Teams, los documentos en PDF con las indicaciones y la rúbrica para realizar las actividades 2 y 3 de la capa uno.
13. Seguidamente a la fase anterior, el docente creará en Teams en el canal privado de cada uno de los equipos de estudiantes los archivos ya sea en Word y/o Excel para realizar cada una de las actividades 2 y 3.
14. El docente debe notificar de inmediato a través de WhatsApp a los jefes de grupo y por medio de Teams, que ya están disponibles las actividades 2 y 3 del tema que está por terminar.

3. Ejecución

El objetivo de esta tercera capa es realizar las actividades 1, 2 y 3 en equipos de estudiantes en el aula de clases y desde la plataforma Teams con trabajo ubicuo, cada integrante del equipo podrá trabajar sin importar espacio y tiempo, pero con responsabilidad para terminar cada actividad antes de la evaluación del tema correspondiente.

Esta capa consta de las once fases siguientes:

1. La actividad 1, que consta de exposición en clase, cada equipo de estudiantes debe hacer una exposición conceptual sin diapositivas en colaboración con el docente para que con la aplicación de la dialéctica todo el grupo de estudiantes entiendan cada concepto expuesto.

2. Los problemas de aplicación que correspondan a la actividad 1, deben ser presentadas por los estudiantes con el apoyo del proyector para poder revisar y corregir en su caso los algoritmos de cada procedimiento utilizado.
3. La actividad 2 que consta de una investigación documental, cada equipo de estudiantes debe realizar una búsqueda en internet o en la biblioteca de la institución un ejemplo de aplicación en su carrera de cada tema con un contenido máximo de una cuartilla, la evidencia del trabajo debe documentarse con redacción propia por todos los integrantes del equipo con trabajo colaborativo en el archivo creado por el docente en la plataforma Teams. Los estudiantes no deben subir ningún archivo en su carpeta (canal) de trabajo en Teams y en caso de necesitar escribir fórmulas matemáticas, deberán usar el editor de ecuaciones de Word.
4. El ejemplo de la actividad 2 deberá resolverlo cada equipo de estudiantes con Apps gratuitas que elegirán a su libertad, siempre y cuando permita presentar paso a paso el procedimiento de solución, la evidencia debe ser pegar las imágenes del paso a paso en el archivo creado para ello.
5. La actividad 3 que consta de problemas y ejercicios, se deben resolver con trabajo colaborativo en equipo usando la metodología Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en la plataforma Teams en el archivo creado para ello, que se encuentra en el canal privado de cada equipo de estudiantes. Los estudiantes no deben subir ningún archivo en su carpeta (canal) de trabajo en Teams y en caso de necesitar escribir fórmulas matemáticas, deberán usar el editor de ecuaciones según el archivo destinado para esa tarea.
6. Para realizar la actividad 3 se debe orientar a los estudiantes a utilizar los principios de modelación matemática, de tal manera que se concienticen que usar una tecnología educativa es para facilitar las operaciones y que una solución matemática pueda ser utilizado para realizar simulación.
7. En las actividades 1, 2 y 3, todos los integrantes de cada equipo deben participar de manera activa y aportar en todos los ejercicios de cada actividad sin repartir la tarea, cada estudiante debe aportar de acuerdo a sus conocimientos previos y su esfuerzo apoyándose

con el trabajo entre pares, la responsabilidad de terminar cada actividad (tarea) con oportunidad son de todos los integrantes de cada equipo, todos los estudiantes deben trabajar en la plataforma Teams sin importar el espacio y tiempo pero siempre con los principios de modelación matemática, con esta libertad de aportar de acuerdo a la capacidad de cada estudiante se puede lograr un aprendizaje colectivo.

8. Todos los estudiantes de cada equipo sin importar en cuales ejercicios o problemas aportaron más que otros, tienen la responsabilidad de revisar el procedimiento de solución de cada uno de ejercicios o problemas de toda la actividad para lograr uniformizar niveles de aprendizaje, mismo que demostrarán en la evaluación sumativa.
9. Todos los integrantes de cada equipo deben trabajar de manera equitativa en cuanto participación y aportación para así el equipo de estudiantes pueda lograr las competencias de cada tema.
10. Los problemas aplicativos proporcionaran a los estudiantes experiencia para resolver problemas de la vida cotidiana y de su perfil profesional.
11. Todos los problemas de aplicación o ejercicios deben estar resueltos en un 70% o más para poder dar por terminada y así aprobar la actividad antes de la evaluación del tema correspondiente.

4. Supervisión

El objetivo es supervisar el trabajo de cada uno de los equipos para proporcionar las asesorías solicitadas en la realización de la cada una de las actividades 1, 2 y 3 y al mismo tiempo ir haciendo retroalimentación a las soluciones durante la realización de la tarea.

Esta capa consta de las catorce fases siguientes:

1. La exposición de la actividad 1 será en una clase colaborativa de manera presencial en el aula de clases, en cada equipo todos los integrantes participarán para la conceptualización del tema que les corresponda, el docente debe estar interviniendo constantemente para apoyar a complementar la exposición de acuerdo con el temario. La responsabilidad de la exposición es más del docente que del equipo de estudiantes.
2. Cuando un equipo no se presenta a clases o su presentación esta fuera de tema, el docente debe intervenir de inmediato para apropiarse de la exposición sin hacer comentarios de perjuicio hacia el equipo que le toca la exposición.
3. Todo el grupo de estudiantes debe participar de manera activa y hacer uso de su dispositivo móvil cuando sea necesario ya sea para buscar algún concepto en internet o para hacer alguna operación aritmética con la calculadora algebraica o con una calculadora matemática como el Symbolab.
4. Durante la fecha programada para la realización de las actividades 2 y 3 por cada tema en tiempo ordinario, el docente debe estar constantemente consultando los accesos de los estudiantes en la plataforma Teams usando la opción Insights para tener un informe de la actividad digital de cada equipo de Clase con el fin de enviar avisos al grupo de los equipos de estudiantes que no están trabajando con oportunidad en realizar sus tareas.
5. El docente deberá estar pendiente de su correo institucional Outlook, ya que le llegarán todas las dudas a través de comentarios insertados por los estudiantes en cada una de las actividades 2 o 3.
6. El docente atenderá con oportunidad cada correo de la bandeja de entrada de Outlook recibido de los equipos de estudiantes haciendo clic en la opción Ir al comentario para abrir la actividad y así poder atender la duda del estudiante en ese ejercicio o problema de aplicación desde su dispositivo móvil o en una computadora.
7. Cada vez que los alumnos necesiten asesoría por equipo, el docente debe acordar con ellos la fecha y hora para programar una reunión virtual en Teams.
8. Los alumnos pueden usar WhatsApp, Outlook, Teams, llamada por dispositivo móvil o cualquier medio para contactar al docente de cualquier asunto académico referente a la materia que cursan.
9. De acuerdo con el criterio del docente puede dedicar una clase para proporcionar asesoría presencial a todo el grupo de Clase para tratar problemas detectados en la resolución de las actividades 2 y 3.
10. El docente tiene la obligación de revisar en Teams a todos los equipos de estudiantes para detectar cuales equipos no están elaborando sus actividades y así, notificar al jefe de grupo para recomendarles que trabajen con oportunidad, ya que si no hacen la tarea entonces el resultado de su evaluación no sería creíble.
11. Cuando las actividades 2 y 3 caen en tiempo extraordinario por falta de terminación, el docente deberá estar atento para solicitar al equipo correspondiente, sean atendidas todas actividades rezagadas antes de terminar el semestre en curso.
12. El docente deberá continuar con la revisión de actividades rezagadas durante todo el semestre y hacer la retroalimentación cada vez que el equipo de estudiantes solicite revisión, esto es hasta que la tarea sea terminada en un 70% o más.
13. El docente debe mantener la lista de calificaciones actualizadas en el grupo de Clase y estar de manera constante solicitando a los estudiantes los consulten y atiendan las actividades que aún no tengan calificación aprobatoria.
14. El docente debe concientizar a los estudiantes de trabajar en equipo durante todo el tiempo en la realización de cada actividad, si algún integrante no está participando de manera equitativa en aportaciones, el docente debe notificarlo al equipo para que lo inviten a aportar en todos los ejercicios de cada actividad para que con esto se logre uniformizar niveles de aprendizaje por equipos de estudiantes.

5. Evaluación

El objetivo de esta quinta capa es realizar la evaluación formativa para cada una de las actividades 1, 2 y 3 de todos los equipos de la clase y hacer la evaluación sumativa al grupo de Clase del tema en curso de acuerdo con la programación del docente.

Esta capa consta de las ocho fases siguientes:

1. La exposición se evaluará sobre 10 puntos por cada equipo, obtendrán calificación solo los integrantes del equipo que se presenten en la exposición, al inicio de la presentación cada estudiante tendrá una calificación de 80%, de acuerdo con la exposición del equipo podrán alcanzar el 100% de los 10 puntos totales por la actividad 1.
2. Para la investigación se usará una evaluación formativa sobre 15 puntos por cada equipo, obtendrán calificación solo los integrantes del equipo que participen y aporten en la actividad con trabajo colaborativo y trabajo en equipo, durante la realización de la tarea el docente debe atender todas las dudas de los estudiantes a través de su correo institucional, después de la fecha de terminación de la actividad 2 el docente revisará y calificará en caso de que en la actividad se obtenga 70% o más del cumplimiento de la rúbrica.
3. Para los ejercicios y problemas de aplicación se usará una evaluación formativa sobre 35 puntos por cada equipo, obtendrán calificación solo los integrantes del equipo que participen y aporten en la actividad con trabajo colaborativo y trabajo en equipo, durante la realización de la tarea el docente debe atender todas las dudas de los estudiantes a través de su correo institucional, después de la fecha de terminación de la actividad 3 el docente revisará y calificará en caso de que en la actividad se obtenga 70% en cada uno de los ejercicios y en cada uno de los problemas de aplicación.
4. Las dudas primero deben ser atendidas por los integrantes del equipo, en caso de que no puedan resolverla entonces solicitarán al docente la orientación para resolver la duda.
5. El docente tendrá la responsabilidad de vigilar que se logre uniformizar niveles de aprendizaje en cada una de las actividades 2 y 3, de ello dependerá la calificación de cada integrante del equipo.
6. Para la actividad 4 se realizará una evaluación sumativa individual sobre 40 puntos por cada tema una vez terminadas sus actividades 1, 2 y 3, los reactivos para la evaluación deben ser de casos similares a los tratados en las actividades 1, 2 y 3. Se deben considerar preguntas de conceptos del tema y preguntas sobre resultados de las actividades 2 y 3, además considerar la resolución de problemas de aplicación del perfil profesional de los estudiantes de la clase.
7. Como se van generando las calificaciones de las 4 actividades de cada tema se capturan en el control de calificaciones elaborado en Excel, con las fórmulas de Excel se efectuará una ponderación de las calificaciones de las 4 actividades para obtener la calificación final por cada tema visto.
8. La fórmula de ponderación a usar es:
$$\begin{aligned} \text{Calificación de cada Tema} &= 10 * \text{calificación actividad 1} + 15 * \text{calificación actividad 2} \\ &+ 35 * \text{calificación actividad 3} + 40 * \text{calificación actividad 4} \end{aligned}$$

6. Retroalimentación

El objetivo de esta sexta capa es realizar la retroalimentación para alguna de las capas anteriores con el fin de poder verificar el cumplimiento a las competencias del tema, al de la asignatura y al material usado para que el estudiante haya aprendido.

Esta capa consta de las seis fases siguientes:

1. Se observará la respuesta de los estudiantes en cuanto a las actividades por realizar, en caso de que las calificaciones del grupo sean muy bajas entonces se revisarán las actividades de investigación documental y los ejercicios de aplicación de los temas donde hubo calificaciones bajas.

2. Durante el semestre a solicitud de los estudiantes se irán cambiando de equipo para que el trabajo colaborativo tenga mejores resultados, servirá como depuración para que todos los estudiantes que están inactivos o sin aportaciones en las actividades, se integren a equipos que no trabajan con todas las posibilidades de desertar o reprobar.
3. Durante la ejecución de las actividades los estudiantes que aún no entienda la forma de trabajar podrán solicitar asesoría para el uso de las TIC y el trabajo colaborativo en plataformas híbridas para revisar los contenidos de las actividades para conceptualizar y concientizar al trabajo ubicuo.
4. Durante la supervisión de los trabajos en equipo habrá retroalimentación continua para ir detectando en cuál de las etapas algún equipo tiene problemas para poder tener avances en las tareas de cada una de las actividades o porque no entienden como realizar la actividad en particular. La capa de supervisión se considera crucial para asegurar la terminación bien y total todas las tareas en cada una de las actividades.
5. Después de realizar la evaluación sumativa y terminar de evaluar todas las actividades 1, 2 y 3 de cada tema, el docente debe hacer comentarios al grupo respecto a las calificaciones que han obtenido los estudiantes, al mismo tiempo retroalimentarse de los estudiantes del porque en su caso existen calificaciones bajas en algunos estudiantes.
6. Debe existir retroalimentación por cada capa del modelo didáctico, para asegurar una mejora continua en el aprendizaje de los estudiantes.