

DOI: <https://doi.org/10.70747/cr.v5i1.1114>

*Metodología STEM con Enfoque de Indagación para el Desarrollo del
Pensamiento Matemático Mediante la Integración Interdisciplinaria con
Física en Educación Media Superior*

Liliana Salinas Sandoval

<https://orcid.org/0009-0007-6685-7321>

liliana.salinas.sandoval@cbta3.mx

CBTa No. 3, Victoria de Durango, Durango, México

Ana Luz Barrón Rangel

<https://orcid.org/0009-0000-2575-9134>

ana.barron@cbtis110.edu.mx

CBTIS No. 110, Victoria de Durango, Durango, México

Alicia Dianey Sánchez Salinas

<https://orcid.org/0009-0008-4797-3690>

alicia.dianey.sanchez.salinas@cbta3.mx

CBTa No. 3, Victoria de Durango, Durango, México

Myriam Aidé Salinas Sandoval

<https://orcid.org/0009-0006-3005-2188>

myriam.salinas@cetis148.edu.mx

CETIS No. 148, Victoria de Durango, Durango, México

Natalia Alejandra García Gómez

<https://orcid.org/0009-0003-3359-3439>

nataliagarcia.22ag@gmail.com

CBTIS No. 110, Victoria de Durango, Durango, México

RESUMEN

En México existe un alto rezago y una intensa apatía por el aprendizaje de las matemáticas, intensificado por la pandemia del 2019 en la educación media superior, el cierre de escuelas provocó el equivalente a dos años de pérdida de aprendizaje, donde el déficit lógico-matemático es uno de los más críticos hasta la fecha, afectando la motivación y el desempeño de los jóvenes. Desde hace décadas se ha observado rechazo de gran porcentaje de los estudiantes por el aprendizaje de las matemáticas, es por esto que como docentes de educación media superior pretendemos que los estudiantes logren encontrar una utilidad real, aunado a evitar una enseñanza tradicionalista y mecánica, creando estrategias innovadoras que permitan crear confianza, motivación por aprender, intercambio de ideas y entender diferentes perspectivas para resolver problemas. Con base a la experiencia docente y por la necesidad de que los estudiantes entiendan, apliquen y desarrollen lo que se comunica en el aula, se diseña éste tipo de actividad de enseñanza-aprendizaje, tratando de mejorar la eficiencia terminal en las asignaturas correspondientes a las áreas de física y matemáticas, promoviendo la inquietud por la investigación científica y así resolver con mayor facilidad problemáticas de la vida cotidiana. Se pretende que los estudiantes logren un alto grado de comprensión del cómo, el porqué y el para qué aprender y aprehender los contenidos incluidos en los programas de estudio del Bachillerato Tecnológico de dichas áreas. La propuesta didáctica se desarrolló dentro de las unidades de aprendizaje curricular “Aplicaciones del pensamiento matemático” y “La energía en los procesos de la vida diaria”, con el objetivo de fortalecer la comprensión de conceptos matemáticos mediante experimentación, la modelación y el trabajo interdisciplinario. Se aplicó en un poco más de 100 estudiantes correspondientes a dos grupos de la institución educativa, los cuales sirvieron de observación para desarrollar la presente investigación, con una duración de alrededor de dos semanas (10 horas) en ambas unidades de aprendizaje curricular. Las profesoras inmersas y a cargo de ésta situación de aprendizaje nos dimos a la tarea de llevar a cabo una observación minuciosa con el uso de instrumentos de evaluación y de cumplimiento por parte de los estudiantes. La estrategia incluyó la observación por parte de los estudiantes de fenómenos físicos relacionados con ángulos de incidencia y reflexión, el uso de simuladores digitales y la construcción de prototipos como máquinas de Rube Goldberg o teodolitos caseros. Los resultados sugieren que la metodología STEM favorece el desarrollo del pensamiento matemático, promueve el trabajo colaborativo y fortalece habilidades como la resolución de problemas, la medición, el análisis de datos y la modelación matemática. Así mismo se observa una mayor motivación en los estudiantes al relacionar los contenidos matemáticos con situaciones reales y proyectos prácticos. Se concluye que la integración de metodologías activas y enfoques interdisciplinarios pueden contribuir significativamente en el aprendizaje significativo de los conceptos físico-matemáticos en el nivel medio superior.

Palabras clave: *pensamiento matemático, metodología STEM, indagación, educación media superior, interdisciplinariedad*

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

El Editor y los Revisores declararon no tener conflicto de intereses.

Licencia: 



STEM Methodology with an Inquiry-Based Approach for The Development of Mathematical Thinking Through Interdisciplinary Integration with Physics In Upper Secondary Education

ABSTRACT

This study analyzes the implementation of a STEM-based teaching strategy supported by inquiry-based learning to promote mathematical thinking in upper secondary education students. The intervention was carried out at a technological high school in Durango, Mexico, within the curricular unit “Applications of Mathematical Thinking”. The learning experience integrated interdisciplinary activities involving mathematics and physics, including the observation of physical phenomena related to angles of incidence and reflection, the use of interactive simulations from the PhET platform, and the construction of experimental prototypes such as Rube Goldberg machines and homemade theodolites. The methodological approach followed a qualitative descriptive design focused on the analysis of a classroom learning experience. Data were obtained through classroom observation, analysis of student reports, and evaluation of the mathematical models developed during the activities. The findings indicate that the STEM approach promotes active student participation, collaborative learning, and the application of mathematical concepts to real-world situations. Students demonstrated improvements in reasoning, measurement, and mathematical modeling skills. Additionally, increased motivation and engagement were observed throughout the learning process. The results suggest that integrating inquiry-based STEM methodologies into mathematics education can significantly contribute to the development of mathematical thinking and meaningful learning in upper secondary education.

Keywords : *modeling, interdisciplinary, experimentation, mathematical thinking*

The authors declare no conflict of interest.

The Editor and the Reviewers declared no conflict of interest.

License: 



INTRODUCCIÓN

La metodología STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) ha cobrado relevancia en los últimos años como un enfoque educativo que integra disciplinas diversas, con el propósito de generar conocimientos interdisciplinarios, fomentar la construcción de prototipos y abordar problemas complejos o situaciones reales mediante procesos de experimentación, análisis y modelado. Esta aproximación orienta el aprendizaje hacia la eficacia, el pensamiento crítico y la resolución de problemas contextualizados, alineándose con corrientes contemporáneas sobre competencias científicas y colaborativas en educación (National Research Council, 2012). En el campo de la educación media superior, STEM se ha consolidado como una alternativa para articular ciencia, tecnología y disciplinas propias de la formación técnica, promoviendo una visión más integrada del conocimiento.

Por su parte, el aprendizaje basado en indagación invita a los estudiantes a construir conocimiento a partir de la observación de fenómenos, formulación de preguntas, la experimentación y la reflexión sobre los resultados (Minner et al., 2010). Esta perspectiva se relaciona con aproximaciones centradas en el estudiante, donde el docente asume un rol de mediador y el aula se transforma en un espacio de exploración y construcción colectiva de significados. Estudios recientes destacan que la indagación, cuando se articula con actividades prácticas y proyectos, favorece la comprensión profunda y el desarrollo de competencias científicas, así como la disposición positiva hacia las asignaturas de ciencias y matemáticas (Minner et al., 2010, National Research Council, 2012).

En el marco de la matemática educativa, Cantoral Uriza et al. (2000) señalan que el pensamiento matemático involucra procesos tales como la abstracción, la visualización y la formulación de hipótesis, entre otros.

No obstante la enseñanza tradicional de las matemáticas suele priorizar la repetición de procedimientos y algoritmos, lo que restringe la comprensión profunda de los conceptos y su aplicación en contextos reales. Esta tradición ha sido ampliamente criticada, ya que se asocia con altas tasas de desmotivación, dificultades persistentes en el dominio de contenidos y una visión estrecha de la utilidad de las matemáticas (Cantoral Uriza et al., 2000; Santos, 2014).

Al interior de las aulas en la Institución, se observa un alto desinterés por el aprendizaje de las matemáticas, algunos estudiantes arrastran con la idea preconcebida de que son difíciles, además algunos consideran que la carrera de educación superior a la que se dirigen no tendrá relación con ésta disciplina. Entre algunos de los comentarios mas frecuentes que se escuchan son: “no soy bueno para esto”, “nunca se me han dado las matemáticas desde la primaria”, “no me gustan”, “se me hacen aburridas o tediosas”, por mencionar algunos. Todo esto deriva en la falta de interés que muestran, se distraen facilmente y por lo tanto no favorece al aprendizaje.

En el Centro de Bachillerato Tecnológico industrial y de servicios No. 110, ubicado en la ciudad de Durango, Durango, México, el enfoque STEM representa una oportunidad particularmente valiosa para integrar conocimientos de distintas áreas, especialmente matemáticas y física en estudiantes de educación media superior. Este plantel pertenece al subsistema de la Dirección General de Educación Tecnológica industrial (DGETI), adscrito a la Secretaría de Educación Media Superior (SEMS), e imparte programas de formación técnica en campos como administración, diseño gráfico digital, electricidad, electrónica, electromovilidad, mecánica, mantenimiento automotriz, soporte y mantenimiento en equipos de computo y ofimática. La ventaja de éste contexto radica en que los estudiantes cursan una carrera tecnica, lo que les permite aplicar recursos y saberes propios de sus especialidades en la elaboracion de modelos o prototipos, enriqueciendo su trabajo mediante la

automatización, uso de tecnologías y prácticas cercanas a su futuro profesional.

En éste escenario, la situación de apredizaje propuesta se centra en la integración entre matemáticas y física, disciplinas que comparten principios fundamentales para comprender fenómenos naturales como analizar trayectorias, medidas de ángulos, movimiento y relaciones entre variables. Los estudiantes emplean las matemáticas como lenguaje para modelar y explicar fenómenos físicos, fortalecer procesos de experimentación, observación y análisis. De éste modo, el objetivo central de ésta propuesta didáctica busca promover el desarrollo del pensamiento matemático en estudiantes de educación media superior mediante actividades de indagación que integran conceptos fisico matemáticos tales como principios geometricos, medición, ángulos de incidencia y reflexión, distancia, trayectoria, transferencia de energía.

En éste sentido, el presente trabajo de investigación educativa se plantea el siguiente cuestionamiento: ¿En qué medida el diseño de prototipos con el enfoque STEM fomenta la integración del razonamiento lógico-matemático a través del trabajo interdisciplinario?

El estudio se desarrolla en el contexto del Marco Curricular Común de la Educación Media Superior (MCCEMS) y de la Nueva Escuela Mexicana (NEM), orientado al desarrollo de competencias científicas y al uso del modelo de progresiones de aprendizaje, lo que permite articular la propuesta con lineamientos nacionales y con prácticas de enseñanza- aprendizaje activas (SEMS, s.f.). Esta introducción, articulando el estado del arte, el contexto institucional y el propósito de la investigación, sirve como punto de partida para analizar cómo la metodología STEM con enfoque en indagación puede incidir en el desarrollo del pensamiento matemático interdisciplinario en el bachillerato tecnológico.

MARCO TEORICO



La metodología utilizada es STEM, con enfoque en indagación. La propuesta es aplicada en los cursos de las disciplinas de Aplicaciones del Pensamiento Matemático y Ciencias Naturales, Experimentales y Tecnología (CNEyT) las cuales se cursan en un mismo semestre en el Bachillerato Tecnológico, dentro del Marco Curricular Común de la Educación Media Superior (MCCEMS) y la Nueva Escuela Mexicana, enfocada en el desarrollo de competencias científicas utilizando el modelo de "progresiones de aprendizaje".

La investigación realizada se titula: “Metodología STEM con enfoque de indagación para el desarrollo del pensamiento matemático mediante la integración interdisciplinaria con Física en educación media superior.”

Se aplica en la ciudad de Durango, Dgo. En el Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios No 110, las aulas que integran la institución están diseñadas para albergar alrededor de 54 estudiantes, el mobiliario y equipamiento consta de pizarrón, proyector, equipo de sonido y mesa bancos, se tiene acceso también a redes de cómputo con servicio de internet, lo cual permite el uso de software de Geometría dinámica como el GeoGebra, Geolab, Desmos, la plataforma de PhET Interactive Simulations, entre otros, lo cual permite el uso de tecnología para la impartición de clases.

Es importante destacar que el pensamiento matemático se refiere a la capacidad de utilizar conceptos y herramientas matemáticas para resolver problemas, razonar y comunicar ideas de manera efectiva. No se trata solo de memorizar fórmulas y procedimientos, sino de comprender los principios subyacentes y aplicarlos de manera flexible en diferentes contextos. Cantoral, Alanís, Cordero y Farfán (2000) mencionan también que para fomentar el pensamiento matemático.....los educadores debemos proporcionar oportunidades para que los estudiantes exploren, descubran y creen conexiones entre los conceptos matemáticos y el mundo que los rodea. El pensamiento matemático incluye, por un lado, pensamiento

sobre tópicos matemáticos, y por otro procesos avanzados del pensamiento como abstracción, justificación, visualización, estimación o razonamiento bajo hipótesis. (p.17)

Así, el pensamiento matemático se convierte en una herramienta fundamental para el desarrollo de habilidades como la abstracción, la justificación, la visualización y el razonamiento bajo hipótesis, contribuyendo de manera integral a la formación académica y personal de los estudiantes del bachillerato tecnológico.

En cuanto a la física se define como la ciencia que investiga los conceptos fundamentales de la materia, la energía y el espacio, así como las relaciones entre ellos. (TIPPENS, 2011)

Dentro de la física destacamos a las magnitudes vectoriales que además de tener un valor numérico y unidad de medición requieren de dirección que es la línea donde actúa el ángulo y sentido a donde apunta la flecha indicada por la punta para estar precisas; las magnitudes vectoriales primordiales por mencionar son: velocidad, fuerza, aceleración, desplazamiento, peso, torque o momento de fuerza, momentum o cantidad de movimiento; estos se suman por métodos geométricos o componentes cartesianos

MATERIALES Y MÉTODOS

Se aplica la Investigación – Acción con el enfoque mixto (cualitativo – cuantitativo) con el objetivo de mejorar la práctica docente lo que le permite observar el ciclo de planificación, acción, observación y reflexión, así mismo entender cómo los estudiantes integran ambos conceptos en tiempo real.

La aplicación e intervención del modelo STEM en los estudiantes son seleccionados por muestreo no probabilístico intencionado con los grupos de 5to semestre de SyMEC con 52 alumnos y Electrónica con 50 alumnos del turno matutino en el semestre agosto 2025 – enero 2026. Que llevan en su programa de estudios las disciplinas de Aplicaciones del Pensamiento Matemático (APM) y Ciencias Naturales, Experimentales y Tecnología (CNEyT).

Las variables consideradas fueron el nivel de competencia y la capacidad de transferencia de conocimiento de una asignatura a otra mediante pre-tests y post-tests denominado Test de Competencia procedimental y transversalidad cuentan con 15 ítems que fueron diseñados por los docentes participantes, se utilizó para las respuestas el tipo de escala likert con cinco opciones de respuestas ordenadas desde la aceptación hasta el rechazo ordenadas de una forma lineal y simétrica.

Tabla 1 Instrumento test de competencia procedimental y transversalidad

Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios No.110 Test Competencia Procedimental y Transversalidad					
Preguntas / Escala de respuestas	A. Totalmente de acuerdo.	B. De acuerdo.	C. Neutral	D. En desacuerdo	E. Totalmente en desacuerdo
1.En tu educación académica las matemáticas se te facilitan en su aprendizaje.					
2. En tu educación académica la física se te facilita en su aprendizaje.					
3. Consideras que influye en tu aprendizaje el tipo de enseñanza en las asignaturas de matemáticas.					
4. Consideras que influye en tu aprendizaje el tipo de enseñanza en las asignaturas de física.					
5. Las clases Físico-Matemático deberían ser solo teoría y ejercicios.					
6. Las clases de matemáticas deberían ser: teoría, ejercicios y prácticas experimentales.					
7. Las clases de física deberían ser: teoría, ejercicios y prácticas experimentales.					
8. Consideras que los experimentos en las asignaturas Físico-Matemático permiten usar tu creatividad y pensamiento crítico.					
9. Consideras que el aprendizaje en las materias Físico–Matemático es mejor de forma individual.					
10. Consideras que el aprendizaje en las materias Físico-Matemático es					

mejor de forma colaborativa por equipo.

11. Consideras importante el uso de la tecnología (como app; software) para aprender las materias Fisico-Matematico

12. Elaborarías proyectos escolares entre 2 o más materias de forma transversal.

13. Te gustaría presentar proyectos escolares al cierre del semestre de forma interdisciplinaria.

14. Los fenómenos naturales y la vida diaria están relacionados con las matemáticas.

15. Los fenómenos naturales y la vida diaria están relacionados con la física.

Fuente: elaboración propia

El instrumento fue sometido a validación de contenido mediante juicio de expertos y se realizó una prueba piloto para verificar su consistencia.

La confiabilidad del instrumento se estimó mediante el Coeficiente alfa de Cronbach a partir de una aplicación piloto previa, se obtuvo un nivel adecuado de consistencia interna para su uso en el contexto educativo. En ésta investigación solo se presentan los resultados en forma de porcentajes agregados por lo que no es posible recalcular el coeficiente, sin embargo la coherencia observada en las respuestas y la estabilidad de los ítems en el pre test y post test respaldan la fiabilidad del instrumento.

La consistencia en el incremento de respuestas positivas (A+B) del pre test al post test sugiere estabilidad en la medición del constructo y refuerza la confiabilidad del instrumento aplicado.

Las preguntas exploran aspectos como la facilidad percibida en el aprendizaje de las matemáticas y física, la influencia del tipo de enseñanza, la preferencia por clases teóricas versus prácticas, la valoración de experimentos, la importancia del uso de la tecnología, la disposición a proyectos transversales y la percepción de la relación entre fenómenos naturales y la vida cotidiana con las matemáticas y la física.

Análisis de resultados

Se realiza con el método de análisis mixto (cualitativo-cuantitativo) con el sistema del Pre/Post Test.

De la selección de los grupos Soporte y Mantenimiento de Equipos de Cómputo (SYMEC) y Electrónica, con una población total de 102 estudiantes se les explica que se aplicaría un test con fines de investigación educativa en dos fases pre y post Test de percepción de las competencias procedimentales y la transversalidad, en formato impreso durante la hora clase asignada en el aula de clases para saber que opinan sobre las competencias procedimentales y transversalidad.

Los expertos fueron seleccionados con base en su experiencia docente y formación en áreas afines a la educación matemática y la física.

Tabla 2 Características de los jueces expertos.

Juez	Grado	Años experiencia	Especialidad	Institución
1	Maestría	17	Matemática educativa	EMS
2	Licenciatura	17	Física	EMS
3	Maestría	20	Educación	EMS
4	Licenciatura	12	Matemáticas	EMS
5	Maestría	8	Didáctica	EMS

Fuente: elaboración propia

“Validez de contenido mediante juicio de expertos”

Tabla 3 Resultados de porcentajes Pre Test

Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios No.110 Pre -Test Competencia Procedimental y Transversalidad						
Preguntas / Escala de respuestas	A. Totalmente de acuerdo. (%)	B. De acuerdo. (%)	C. Neutral (%)	D. En desacuerdo (%)	E. Totalmente en desacuerdo (%)	POSITIVAS (A + B) %
1.En tu educación académica las matemáticas se te facilitan en su aprendizaje.	0	52	32	18	0	51
2. En tu educación académica la física se te facilita en su aprendizaje.	0	40	42	20	0	39
3. Consideras que influye en tu aprendizaje el tipo de enseñanza en las asignaturas de matemáticas.	40	34	28	0	0	73
4. Consideras que influye en tu aprendizaje el tipo de enseñanza en las asignaturas de física.	37	31	34	0	0	67
5. Las clases Físico-Matemático deberían ser solo teoría y ejercicios.	0	0	7	55	40	0
6. Las clases de matemáticas deberían ser: teoría, ejercicios y prácticas experimentales.	30	44	26	2	0	73
7. Las clases de física deberían ser: teoría, ejercicios y prácticas experimentales.	28	46	28	0	0	73
8. Consideras que los experimentos en las asignaturas Físico-Matemático permiten usar tu creatividad y pensamiento crítico.	59	35	5	3	0	92
9. Consideras que el aprendizaje en las materias Físico-Matemático es mejor de forma individual.	21	22	20	20	19	42
10. Consideras que el aprendizaje en las materias Físico-Matemático es mejor de forma colaborativa por equipo.	34	36	27	5	0	69
11. Consideras importante el uso de la tecnología (como app; software) para aprender las materias Físico-Matemático.	38	42	22	0	0	78
12. Elaborarías proyectos escolares entre 2 o más materias de forma transversal.	65	37	0	0	0	100
13. Te gustaría presentar proyectos escolares al cierre del semestre de forma interdisciplinaria.	57	45	0	0	0	100
14. Los fenómenos naturales y la vida diaria están relacionados con las matemáticas.	45	30	18	9	0	74
15. Los fenómenos naturales y la vida diaria están relacionados con la física.	44	33	20	5	0	75

Fuente: elaboración propia

La tabla 1 de resultados de porcentajes Pre Test nos muestra los resultados de los estudiantes al presentarlo lo cual nos indica en la ultima columna la sumatorias de las respuestas A y B de cada uno de los ítems marcados.

Tabla 4 Resultados de porcentajes de Post Test.

Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios No.110 Post-Test Competencia Procedimental y Transversalidad						
Preguntas / Escala de respuestas	A. Totalmente de acuerdo. (%)	B. De acuerdo. (%)	C. Neutral (%)	D. En desacuerdo (%)	E. Totalmente en desacuerdo (%)	POSITIVAS (A + B) %
1.En tu educación académica las matemáticas se te facilitan en su aprendizaje.	0	56	35	11	0	55
2. En tu educación académica la física se te facilita en su aprendizaje.	0	42	47	13	0	41
3. Consideras que influye en tu aprendizaje el tipo de enseñanza en las asignaturas de matemáticas.	50	38	14	0	0	86
4. Consideras que influye en tu aprendizaje el tipo de enseñanza en las asignaturas de física.	52	50	0	0	0	100
5. Las clases Físico-Matemático deberían ser solo teoría y ejercicios.	0	0	0	55	47	0
6. Las clases de matemáticas deberían ser: teoría, ejercicios y prácticas experimentales.	58	44	0	0	0	100
7. Las clases de física deberían ser: teoría, ejercicios y prácticas experimentales.	56	46	0	0	0	100
8. Consideras que los experimentos en las asignaturas Físico-Matemático permiten usar tu creatividad y pensamiento crítico.	62	40	0	0	0	100
9. Consideras que el aprendizaje en las materias Físico-Matemático es mejor de forma individual.	48	54	0	0	0	100
10. Consideras que el aprendizaje en las materias Físico-Matemático es mejor de forma colaborativa por equipo.	68	34	0	0	0	100
11. Consideras importante el uso de la tecnología (como app; software) para aprender las materias Físico-Matemático.	44	58	0	0	0	100
12. Elaborarías proyectos escolares entre 2 o más materias de forma transversal.	71	31	0	0	0	100
13. Te gustaría presentar proyectos escolares al cierre del semestre de forma interdisciplinaria.	69	33	0	0	0	100
14. Los fenómenos naturales y la vida diaria están relacionados con las matemáticas.	46	32	24	0	0	76
15. Los fenómenos naturales y la vida diaria están relacionados con la física.	44	33	25	0	0	75

Fuente: elaboración propia

La tabla 2 muestra los resultados favorables en cuanto a sus opciones que eligen, por ejemplo, son más respuestas A y B para las preguntas 4,6,7,8,9,10,11,12 y 13 como docentes.

RESULTADOS

En cada uno de los ítems se logra observar las decisiones de los estudiantes que como llevan el aprendizaje de las matemáticas y la física, teniendo ellos su espacio para responder tanto en el pre como en el post test.

Las respuestas de los ítems con la escala Likert son: A. Totalmente de acuerdo, B. De acuerdo, C. Neutral, D. En desacuerdo y E. Totalmente en desacuerdo.

Gráfico 1 de resultados pre test Test Competencia Procedimental y Transversalidad

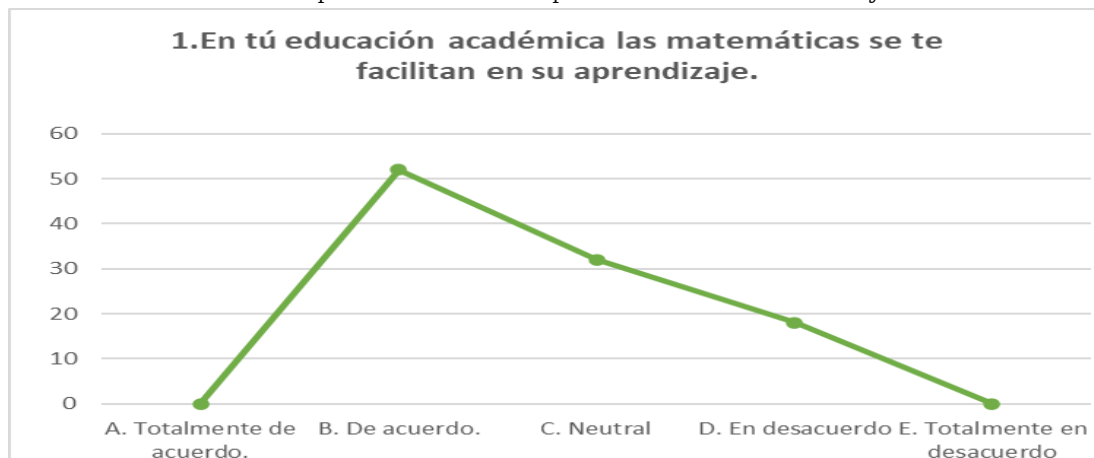
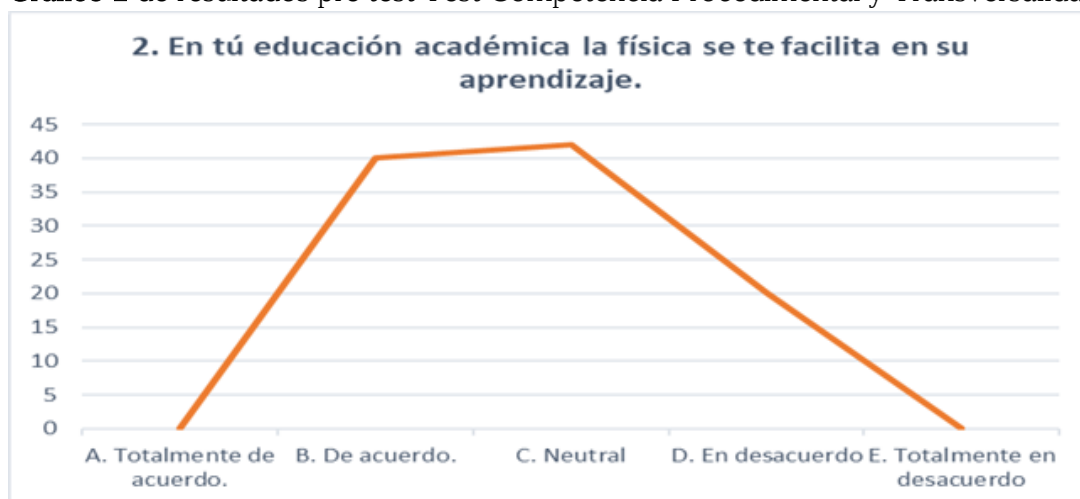


Gráfico 2 de resultados pre test Test Competencia Procedimental y Transversalidad.



En las preguntas 1 y 2, relativas a la facilidad percibida en el aprendizaje de matemáticas y física, las respuestas se distribuyeron principalmente entre las opciones B, C y D, lo que

sugiere que los estudiantes reconocen cierto reto en el dominio de ambas asignaturas.

Imagen 1 Graficos de resultados pre test, competencia procedimental y transversalidad

Imagen 2 Graficos de resultados pre test, competencia procedimental y transversalidad

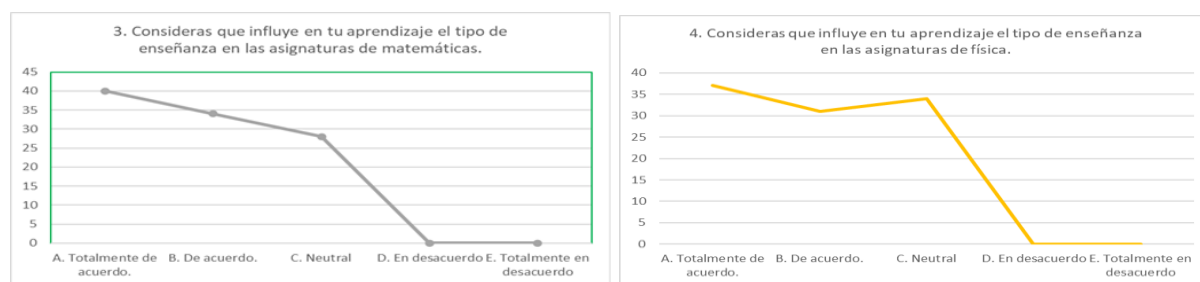


Gráfico 3. De resultados pre Test Competencia Procedimental y Transversalidad. Gráfico 4. De resultados pre Test Competencia Procedimental y Transversalidad.

En las preguntas 3 y 4, sobre la influencia del tipo de enseñanza en su aprendizaje, las respuestas se concentraron en las opciones A (Totalmente de acuerdo), B y C, indicando que los estudiantes perciben que la forma de enseñanza incide en su comprensión de los contenidos.

Respecto a las pregunta 5 sus respuestas se van a la opción D y E donde no están de acuerdo en sea solo teoría y ejercicios por resolver, las preguntas 6 y 7 donde se agrega la opción de experimentos les llama la atención y se inclinan a las opciones A, B y C; la pregunta 8 nos proporcionan resultados positivos en sus respuestas A y B por que sienten la libertad de que se pueden expresar en su creatividad y dar su opinión después de hacer el análisis del experimento.

En la pregunta 9 respecto al aprendizaje de forma individual los resultados se ven divididos entre todas las opciones, siguiendo en la pregunta 10 relación al trabajo colaborativo la inclinación de las respuestas fue hacia A, B y C de resultado mínimo en la D. En la pregunta 11 sus respuestas se dividen entre A, B y C por el interés de usar la tecnología y acceso a las redes de cómputo, las preguntas 12 y 13 muestran las opciones A y B resaltando esto el interés por trabajar de colaborativa y transversal y finalmente las preguntas 14 y 15 con el tema de los fenómenos naturales y la vida cotidiana sus opciones son variadas en el siguiente orden

A, B, C y D.

Se hace mención que al final de que entregaron sus hojas se hace un sondeo de lluvia de ideas sobre la relación que tienen las matemáticas y la física con los fenómenos naturales y la vida diaria.

Se hace la integración de los equipos colaborativos que estarán trabajando durante el semestre, cada equipo nombra a un líder el equipo.

Estructura de la situación de aprendizaje

La situación de aprendizaje se organizó en tres fases interconectadas.

Exploración conceptual: Se presentó a los estudiantes el sistema de “diamantes” utilizado en el billar como contexto para analizar trayectorias de rebote. Esta actividad permitió introducir conceptos geométricos y físicos relacionados con ángulos de incidencia y reflexión así como en análisis de trayectorias y cambios de dirección.

Experimentación con simuladores: Se utilizó un simulador interactivo de la plataforma PhET Interactive Simulations para manipular variables relacionadas con la incidencia de la luz sobre superficies. Esta herramienta facilitó la visualización de los fenómenos físicos y la conexión con principios matemáticos, reforzando la comprensión de conceptos como ángulos, trayectorias y proporcionalidad.

Diseño y construcción de prototipos: Los estudiantes desarrollaron proyectos experimentales mediante la construcción de prototipos, entre ellos:

- Máquina de Rube Goldberg
- Teodolito casero para medición de ángulos

Durante el proceso, los estudiantes realizaron mediciones, registraron datos, elaboraron reportes de práctica y reflexionaron sobre los resultados obtenidos, lo que permitió poner en funcionamiento tanto el pensamiento matemático como la comprensión de contenidos

físicos.

En el desarrollo de la situación de aprendizaje basada en la metodología STEM, los estudiantes construyeron distintos prototipos experimentales que les permitieron aplicar conceptos físico-matemáticos relacionados con la medición de ángulos, trayectorias y relaciones geométricas. Estas actividades favorecen la experimentación y la aplicación práctica del conocimiento.

Se realizó mediante la observación del trabajo en equipo, la revisión de los reportes elaborados por los estudiantes y la interpretación de los modelos matemáticos desarrollados. A partir de estos insumos, se identificaron patrones de razonamiento, formas de articulación entre matemáticas y física y niveles de competencia procedimental, lo que hizo posible evaluar la incidencia de la metodología STEM con enfoque indagatorio en el desarrollo del pensamiento matemático interdisciplinario.

El objetivo fue conocer su opinión sobre la enseñanza, el aprendizaje y la relación entre matemáticas, física y la vida cotidiana.

Imagen 3 Teodolito casero elaborado por estudiantes



Imagen 4 Prototipo de maquina de Rube Goldberg elaborado por estudiantes.



Los resultados obtenidos durante la implementación de la estrategia didáctica muestran que la metodología STEM con enfoque de indagación favorece significativamente la participación activa de los estudiantes en el proceso de aprendizaje.

Posteriormente al termino de los proyectos y presentaciones se les solicita a los estudiantes contestar nuevamente el test donde se ven resultados favorables en cuanto a sus opciones que eligen, por ejemplo son más respuestas A y B para las preguntas 4,6,7,8,9,10,11,12 y 13. Como docentes nos permite identificar la importancia que tiene el tipo de enseñanza en estas asignaturas, que debemos considerar usar los canales de comunicación de una forma asertiva para establecer ese interés y aprendizaje, el realizar un trabajo colaborativo también fomenta el intercambio de ideas, pensamientos y razonamientos además del apoyo para llegar a un objetivo en este caso el cumplimiento del proyecto y se sientan satisfechos del trabajo realizado al trabajar de forma interdisciplinaria las matemáticas con la física y en cada asignatura darle el enfoque de su programada de estudios además de llevarlo a relacionar con la vida cotidiana.

Estas experiencias permitieron a los estudiantes relacionar conceptos abstractos con situaciones experimentales, fortaleciendo el proceso de modelación matemática, formular de

hipótesis, realizar ajustes en sus diseños o modelos desde el momento de medir alturas de objetos o edificios con el Teodolito, realizar los cálculos geométricos para lograr aproximación casi exacta a la realidad, utilizar aplicaciones digitales para medir distancia horizontal y comprobar sus deducciones. Así como también la observación de conceptos como impulso, movimiento, transferencia de energía, pendiente de una recta, inclinación, trayectorias, ajustes para que todo funcionara bien en su diseño de máquina de Rube Goldberg y sobre todo reflexionar sobre el comportamiento observado.

Durante las actividades experimentales se observó una alta implicación del estudiantado, especialmente en la fase de construcción de prototipos. El trabajo colaborativo permitió la distribución de responsabilidades dentro de los equipos, lo cual favoreció el desarrollo de habilidades sociales y organizativas.

En términos de aprendizaje conceptual, los estudiantes lograron establecer relaciones entre principios geométricos y fenómenos físicos, particularmente en la comprensión de los ángulos de incidencia y reflexión. El uso de simuladores interactivos facilitó la visualización de estos fenómenos y permitió contrastar las observaciones experimentales con representaciones matemáticas.

DISCUSION

La elaboración de prototipos promovió la aplicación práctica de conceptos matemáticos y físicos, en un contexto donde los estudiantes no solo memorizan, sino que modelan, ajustan y validan sus ideas. En varios casos, los estudiantes desarrollaron representaciones gráficas, diagramas y modelos físicos que explicaban el comportamiento de los sistemas construidos, lo que evidencia procesos de razonamiento y modelación físico matemática. Estos hallazgos coinciden con investigaciones que señalan que la integración de proyectos interdisciplinarios y actividades experimentales favorece el aprendizaje significativo en matemáticas, al permitir

que los estudiantes relacionen los contenidos teóricos con situaciones reales y con materiales tangibles (Minner et al., 2010; National Research Council, 2012).

Otro aspecto relevante fue el incremento en la motivación y el interés del alumnado. La posibilidad de experimentar y construir dispositivos generó mayor deseo de comprender los conceptos matemáticos involucrados, lo cual contribuyó a un ambiente de aprendizaje con más dinámico y participativo. Esta evidencia es coherente con investigaciones que destacan las metodologías activas y basadas en indagación favorecen la implicación cognitiva y emocional del estudiante, condición favorable para el desarrollo de competencias científicas y de pensamiento matemático (Kemmis & Mc Taggart, 2000; Bolívar 2020).

Las calificaciones obtenidas de una muestra de 32 estudiantes de un mismo grupo indican que el uso de metodologías activas favoreció notablemente el aprovechamiento de los alumnos, superando los promedios registrados bajo un modelo de clase magistral.

Como se observa en la tabla, la transición de un modelo a otro no solo elevó el promedio general del grupo en 1.26 puntos, si no que también aumento la tasa de aprobación, reduciendo el índice de reprobación en mas de un 25% en comparación con el semestre anterior.

Tabla 5 Comparativa de rendimiento académico por metodología de enseñanza (n=32)

No. de	Calificación obtenida en el	Calificación obtenida en el
--------	-----------------------------	-----------------------------

estudiante	primer parcial del semestre 5 (Sin metodologías activas)	primer parcial del semestre 6 (Con metodologías activas)
1	8	9
2	8	8
3	5	8
4	5	7
5	7	10
6	6	9
7	5	6
8	5	7
9	5	7
10	5	6
11	6	7
12	5	8
13	6	8
14	9	9
15	5	10
16	5	9
17	5	8
18	5	6
19	5	9
20	5	8
21	5	7
22	7	8
23	10	9
24	5	9
25	5	8
26	10	5
27	10	9
28	5	6
29	5	9
30	6	9
31	5	5
32	5	5
	Promedio =6.03	Promedio=7.75
	Indice de reprobación=62.5%	Indice de reprobación=9.375%

Nota: Datos obtenidos a partir del seguimiento del grupo de 5 “A” Electrónica, turno matutino, semestre Agosto 2025 - Enero 2026 y semestre Febrero 2026 – Julio 2026.

En términos de la transversalidad, los resultados del cuestionario inicial y final muestran una



evolución positiva en la percepción de los estudiantes sobre la relevancia de la enseñanza, la colaboración y la tecnología. Al final de la experiencia, una mayor proporción de respuestas en las categorías A y B indica que los estudiantes valoran más la integración de prácticas experimentales, el trabajo en equipo y la relación entre matemáticas, física y la vida cotidiana. Esta transformación sugiere que el diseño de la situación de aprendizaje, articulado en tono a la metodología STEM y a la indagación, favorece la construcción de significados compartidos y la valoración de la escuela como espacio de aplicaciones reales con respecto de las asignaturas físico-matemáticas.

Así mismo, la evidencia recopilada permite discutir que la integración interdisciplinaria entre matemáticas y física no solo se reduce a la transferencia de contenidos, sino que implica la coordinación de procesos de pensamiento como la abstracción, la estimación, la visualización y el razonamiento bajo hipótesis (Cantoral Uriza et al., 2000). Al resolver problemas de medición, trayectorias y ajustes de prototipos, los estudiantes movilizan saberes de ambas disciplinas, lo que fortalece el pensamiento matemático contextualizado y una comprensión física más intuitiva.

En suma, estos resultados y su discusión permiten argumentar que la metodología STEM con enfoque en indagación representa una estrategia viable para el desarrollo del pensamiento matemático en educación media superior, siempre que se articule con un diseño intencional de progresiones de aprendizaje, espacios de experimentación y criterios claros de evaluación de competencias. No obstante, se reconoce la necesidad de complementar esta evidencia con análisis cuantitativos más detallados (por ejemplo, tablas de frecuencia de pre-tests y post-tests, análisis de ítems, índices de confiabilidad) y con la presentación de tablas de resultados en trabajos futuros.

CONCLUSIONES



La implementación de la situación de aprendizaje basada en la metodología STEM con enfoque de indagación permitió promover el desarrollo del pensamiento matemático en estudiantes de educación media superior.

Las actividades experimentales, el uso de simuladores y la construcción de prototipos favorecieron la comprensión de conceptos matemáticos mediante su aplicación en contextos reales y cercanos a la experiencia de los estudiantes. Asimismo, el trabajo interdisciplinario facilitó la integración de conocimientos provenientes de la física, la tecnología y la matemática, promoviendo una visión mas articulada de las ciencias escolares.

Entre los principales beneficios observados se encuentran el aumento en la motivación del alumnado, el fortalecimiento del trabajo colaborativo y el desarrollo de habilidades vinculadas con la medición, el análisis de datos y la modelación matemática. Estas evidencias indican que el diseño de experiencias de aprendizaje activas, centradas en la indagación y la construcción de prototipos, puede incidir de manera positiva en el modo en que los estudiantes se relacionan con los contenidos de matemáticas y física.

Se concluye que la incorporación de metodologías activas y el diseño de estrategias de enseñanza aprendizaje basadas en matematicas disruptivas pueden contribuir a transformar las prácticas educativas tradicionales de aula y promover aprendizajes de forma innovadora. Esta perspectiva implica romper con un enfoque exclusivamente mecanicista, centrado en la repetición de algoritmos, y propiciar una trabajo más creativo, interdisciplinario, experimental y orientado a sentidos de utilidad en la vida cotidiana. Estos resultados respaldan la pertinencia de integrar metodologías activas como el enfoque STEM en la educación media superior, al favorecer aprendizajes significativos, contextualizados y transferibles.

En el contexto de la educación media superior, ésta transformación abre la posibilidad de articular el pensamiento matemático con las necesidades de formación técnica y con la vida

diaria, en coherencia con los lineamientos del Marco Curricular Común de la Educación Media Superior y la Nueva Escuela Mexicana.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bosch, C. (2009). *El billar no es de vagos: Ciencia, juego y diversión*. Fondo de Cultura Económica.

Cantoral, R., Alanís, J., Cordero, F., & Farfán, R. (2000). *Desarrollo del pensamiento matemático*. Trillas.

Díaz Barriga Casales, A. (2022). *El pensamiento matemático en el MCCEMS*. Secretaría de Educación Pública.

Tippens, P.E., (2011). Física: conceptos y aplicaciones, (7ª.ed.) McGraw-Hill.

University of Colorado Boulder. (2022). PhET *Interactive Simulations*.
<https://phet.colorado.edu>

Secretaría de Educación Pública. (2022). *Avance del contenido para el libro del docente. Primer grado*.

Secretaría de Educación Pública. (2023). *Pensamiento matemático I*.

Subsecretaría de Educación Media Superior. (2023). *Programa de estudios del área de conocimiento: La energía en los procesos de la vida diaria*.

Subsecretaría de Educación Media Superior. (2024). *Aplicaciones del pensamiento matemático*.

Minner, D. D., Levy, A.J., & Century, J. (2010) Inquiry-based science instruction- What is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 474-496. <https://doi.org/10.1002/tea.20347>

National Research Council. (2012). A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas. *National Academies Press*.
<https://doi.org/10.17226/13165>



La Revista utiliza códigos para identificar al Editor y al equipo de
PARES REVISORES. Si tiene dudas o consultas, contacte a:
contacto@cienciayreflexion.org
Código de Editor: 108
Código de Revisores: 1114

