

Eficacia de un prototipo didáctico en el desarrollo de habilidades cognitivas de estudiantes de bachillerato

Luis Antonio Vera Manrique

Profesor asociado C, $\frac{3}{4}$ de tiempo, del Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado de Campeche, Campeche, México.

 <https://ror.org/>

 tonymanry@hotmail.com

 <https://orcid.org/0009-0001-7095-3988>

Cómo citar

Vera Manrique, L. A. (2026). Eficacia de un prototipo didáctico en el desarrollo de habilidades cognitivas de estudiantes de bachillerato. I.C. Investig@cción, 15(29), 69-91. <https://doi.org/10.69986/MMKI7271>

Recepción: 31 de marzo de 2026

Aprobado: 8 de mayo de 2026

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo determinar la eficacia de un prototipo didáctico físico en el desarrollo de habilidades cognitivas y el aprovechamiento escolar en la asignatura de Física. El estudio se fundamentó en una metodología de investigación mixta con un diseño cuasiexperimental e investigación-acción, realizada entre 2021 y 2023 en el CECyTEC, plantel Campeche. Se compararon dos estrategias pedagógicas bajo un modelo por competencias: una sin prototipo basada en referentes bibliográficos y otra experimental que integró el uso del prototipo didáctico multifuncional, junto al enfoque motivacional TARGET. Los resultados cuantitativos revelaron un incremento significativo en los índices de aprobación; en el periodo 2022-2023, el grupo experimental alcanzó un 86.95 % de aprovechamiento frente al 56.52 % del grupo base. Cualitativamente, la observación participante y las evidencias diagnósticas demostraron que el dispositivo facilitó la transición de conceptos abstractos de hidráulica como los teoremas de Bernoulli, Torricelli y el principio de Venturi hacia un aprendizaje tangible y significativo. Se concluye

que el prototipo es un recurso didáctico eficaz a través de la práctica que, aunado a una evaluación continua y una autoridad compartida orientada por el docente, optimiza el ambiente en el aula y fortalece las dimensiones del saber, saber hacer y saber ser. No obstante, se identificó una persistencia de desinterés en un sector minoritario, lo que sugiere la necesidad de seguir perfeccionando las estrategias de mediación tecnológica.

Palabras clave: prototipo didáctico, hidráulica, habilidades cognitivas, investigación mixta, modelo por competencias.

ABSTRACT

The objective of this research was to determine the effectiveness of a physical didactic prototype in the development of cognitive skills and academic achievement in the subject of Physics. The study was based on a mixed-methods research methodology with a quasi-experimental design and action research, conducted between 2021 and 2023 at the CECyTEC campus in Campeche. Two pedagogical strategies were compared under a competency-based model: one without the prototype, based on bibliographic references, and an experimental strategy integrating the use of the multifunctional didactic prototype along with the TARGET motivational approach. Quantitative results revealed a significant increase in passing grades rates during the 2022–2023 period, the experimental group achieved an 86.95% performance rate compared to 56.52% in the control group. Qualitatively, participant observation and diagnostic evidence demonstrated that the device facilitated the transition from abstract hydraulic concepts such as Bernoulli's theorem, Torricelli's theorem, and the Venturi principle toward tangible and meaningful learning. It is concluded that the prototype is an effective didactic practical resource that along with continuous assessment and shared authority guided by the teacher, enhances the classroom environment and strengthens the dimensions of knowing, knowing how to do, and knowing how to be. Nevertheless, there was a recurrent lack of interest in a minority sector, suggesting the need to continue innovating in

technological mediation strategies.

Keywords: *Critical thinking, emotions, media literacy, university students, critical pedagogy.*

INTRODUCCIÓN

Derivado de una revisión teórica se pudo encontrar que un prototipo didáctico es un material de apoyo que sirve como reforzamiento de temas y procesos de la vida real, que puede ser implementado en la mejora continua en procesos de enseñanza-aprendizaje, en el desarrollo de habilidades cognitivas que pueden ser basadas en cualquier modelo educativo, dentro de la educación media superior. Una vez expuesto el aporte de los prototipos didácticos en los procesos de enseñanza-aprendizaje, se describe el diseño y fabricación de un prototipo físico multifuncional de autoría propia desarrollado en 2021. Este dispositivo tiene como propósito reforzar, mediante prácticas demostrativas, los temas de hidráulica en la asignatura de Física bajo un modelo por competencias. Su implementación, complementada con un enfoque motivacional, permitió perfeccionar el recurso, así como evaluar y monitorear los avances cognitivos de los estudiantes del CECyTEC, plantel Campeche, turno vespertino. En este sentido, es imperativo señalar que el conocimiento adquirido a través de la observación y la experimentación sistemática favorece el desarrollo integral de los saberes del estudiante. Al respecto, [López \(2017\)](#) afirma lo siguiente:

Todo proceso que se lleve a cabo para la construcción de nuevas formas de experimentar facilita la apropiación del conocimiento, en especial si este se confronta con los saberes previos del estudiante a través de la observación, con el fin de perfeccionar sus propios saberes y replantear sus concepciones. (p. 222)

Para validar esta propuesta, se implementó un proceso de investigación práctica mediante el prototipo didáctico, integrando la evaluación continua y el enfoque motivacional en el desarrollo experimental. Esta valoración se realizó de forma sistemática a través de instrumentos

con criterios claros que orientan al educando hacia el cumplimiento de los aprendizajes esperados. Dichos criterios, adaptados por el docente según la naturaleza de la actividad (cuestionarios, tareas y demostraciones con el prototipo), están orientados a fortalecer y monitorear el desarrollo cognitivo. Así, la evaluación continua proporciona los indicadores de aprovechamiento en Física que constituyen las evidencias significativas de esta investigación.

Aunado a lo anterior, se desarrolló un estudio de enfoque mixto mediante un análisis comparativo para determinar el impacto del prototipo didáctico en el marco del modelo educativo por competencias. Para tal fin, se contrastó el desempeño de un grupo base frente a un grupo experimental que integró el recurso, manteniendo en ambos casos el mismo esquema motivacional, cuyos fundamentos se detallan con precisión en la sección metodológica

De acuerdo a lo anterior y para iniciar con la investigación se considera la siguiente pregunta: ¿En qué medida el uso de un prototipo didáctico físico mejora el aprovechamiento escolar en la asignatura de Física, en comparación con el modelo sin el prototipo didáctico?

Se considera como objetivo general: determinar la eficacia de un prototipo didáctico físico como recurso pedagógico para el desarrollo de habilidades cognitivas y la mejora del aprovechamiento escolar en la asignatura de Física, en estudiantes de bachillerato del CECyTEC, plantel Campeche.

Para alcanzar el propósito general, se establecen los siguientes objetivos específicos:

- Diseñar e implementar una estrategia pedagógica experimental que integre el uso de un prototipo multifuncional y el enfoque motivacional TARGET, en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la hidráulica.
- Analizar cualitativamente la transición de conceptos abstractos (teoremas de Bernoulli, Torricelli y Principio de Venturi) hacia aprendizajes tangibles y significativos mediante la observación participante y evidencias diagnósticas.
- Comparar cuantitativamente los índices de aprovechamiento escolar y aprobación entre un grupo control (bajo enseñanza sin el

prototipo) y un grupo experimental (con uso del prototipo) durante el ciclo escolar 2022-2023.

- Evaluar cómo el uso del prototipo fortalece los pilares de la socioformación, examinando específicamente el progreso en el conocimiento teórico, la destreza técnica y la motivación del estudiante dentro del aula.

Teniendo como hipótesis:

“La implementación de un prototipo didáctico físico, integrado con el enfoque motivacional TARGET y el modelo por competencias, incrementa significativamente el aprovechamiento escolar y el desarrollo de habilidades cognitivas en el tema de Hidráulica en estudiantes de bachillerato del CECyTEC, en comparación con la estrategia de enseñanza por competencias basada únicamente en referentes bibliográficos”.

MÉTODO

La presente investigación se desarrolló en el Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado de Campeche (CECyTEC), plantel Campeche, turno vespertino. La institución se localiza en la Prolongación de la Avenida Circuito Pablo García Oeste y calle Héctor Pérez Martínez, en Ciudad Concordia (C.P. 24085). Actualmente, el centro educativo cuenta con una matrícula de 811 estudiantes en dicho turno y ofrece una formación bivalente; esto permite a los egresados de secundaria cursar el nivel medio superior y, simultáneamente, especializarse en una carrera técnica. Al concluir sus estudios, los alumnos obtienen tanto el certificado de bachillerato como el título técnico profesional. La oferta educativa del plantel incluye las especialidades de: Asistencia al Adulto Mayor y Mecatrónica.

En el ámbito de la educación media superior, los prototipos didácticos (tales como modelos físicos, impresiones 3D o diagramas) funcionan como vínculos entre el contenido curricular y su aplicación en contextos científicos y laborales reales. Bajo esta premisa, la metodología de este estudio se centró en la implementación de un prototipo físico y multifuncional para la asignatura de Física, cuya aplicación se optimizó mediante la integración del enfoque motivacional TARGET. Esta sinergia permitió que las prácticas demostrativas de hidráulica (enfocadas en teoremas y fenómenos físicos) no solo facilitaran la comprensión cognitiva, sino que también fomentaran un entorno de

aprendizaje activo. Así, el prototipo fungió como eje de evaluación, mientras que el componente motivacional ayudó para optimizar el interés y el desempeño académico de los estudiantes. Estudios actuales en “la enseñanza y el aprendizaje de la física indica que las actividades prácticas y otros enfoques interactivos, cuando se integran en la enseñanza, conducen a un aumento en la comprensión del tema por parte de los estudiantes” ([Mora et ál., 2020, p.13](#)).

Resulta pertinente destacar que este prototipo ha sido utilizado para competir en concursos de creatividad tecnológica del CECyTEC desde el 2021, quedando dentro de los diez primeros lugares a nivel nacional, como muy buena propuesta como prototipo didáctico para la educación media superior, de manera que han sido implementado para la investigación del desarrollo cognitivo de los educandos, en los procesos de enseñanza aprendizaje de la física, específicamente relacionado a los temas de hidráulica, frente a 2 grupos de educandos, reforzando estos temas, incluidos dentro de sus planeaciones didácticas, en aulas que llevan un modelo por competencias, donde se utilizó la evaluación continua, para la determinación y efectividad en el desarrollo satisfactorio de habilidades cognitivas en educandos, así como la eficacia del prototipo.

A continuación, en la Figura 1 se muestra la estructura del prototipo didáctico observándose tubos horizontales en cpvc, unidos con tubos transparentes, para realizar un principio importante en el comportamiento de líquidos llamado Principio del medidor Venturi que sería la conformación básica de partida para trabajar con las prácticas posteriores, a través de otros arreglos, es decir, que se puede desarmar y armar de otra forma, para que se pueden realizar más demostraciones de otros teoremas como Torricelli, Bernoulli, ecuación de continuidad y gasto.

Figura 1

Estructura del Prototipo Didáctico



Para comprender más sobre el manejo del prototipo y las teorías o principios Físicos que demuestra, cabe señalar que se realiza un desarmado previo, para la adaptación de las partes del prototipo dependiendo del principio o teoría que se trate y posteriormente, se realiza la práctica demostrativa. A continuación, se menciona y se enuncia, cada uno de los principios o aplicaciones, con los cuales se pueden realizar prácticas con este aparato:

-Teorema de Torricelli. Este principio “dice que el líquido sale por el orificio con la misma rapidez que alcanzaría un objeto en caída libre” ([Giancoli, 2007, p. 272](#)).

“Principio del Medidor Venturi. Partiendo de la diferencia de presión, este dispositivo hace posible el cálculo de la velocidad del agua en una tubería horizontal” ([Tippens, 2011, p. 317](#)).

Teorema de Bernoulli. “La presión de un líquido que fluye por una tubería es baja si su velocidad es alta y, por el contrario, es alta si su velocidad es baja” ([Pérez, 2007, p. 297](#)).

Ecuación de continuidad. Dice “la masa del líquido que entra en un tubo es la misma cantidad de masa que sale por el otro extremo” ([Arciniega y Jaime, 2011, p. 53](#)).

-Gasto.

El gasto se puede calcular con si se conoce volumen del líquido y el tiempo que tarda en fluir quedando la siguiente expresión: Gasto = volumen de líquido/tiempo, o también, se puede expresar de otra manera, si se conoce la velocidad del fluido (líquido) y el área de la sección transversal del ducto, quedando de la siguiente manera: Gasto = Área de la sección transversal del ducto x velocidad. ([Rivera y Domínguez, 2010, p.157](#))

Como pudo observarse este prototipo realiza varias prácticas y cada una de ellas se monitorea y evalúa de manera continua.

Es importante comentar que la evaluación continua la realiza el profesor de manera detenida evaluando cada uno de “los momentos conocidos los cuales son: apertura, desarrollo y cierre de una secuencia didáctica” ([Tobón et ál., 2010, p. 78](#)), aunado con la implementación de instrumentos de evaluación que contienen los criterios necesarios de manera instructiva, para el educando procure cumplir con del aprendizaje esperado solicitado, estos criterios son adaptados por el profesor dependiendo del trabajo que se trate, los cuales pueden ser: cuestionarios, tareas, ejercicios y demostraciones prácticas con el prototipo por parte de los alumnos, relacionados con desarrollo cognitivo de los mismos.

Durante la aplicación del prototipo, basado en un modelo por competencias, existió un desarrollo cognitivo de aptitudes y actitudes. Esto implica

considerar los tres componentes de la empleabilidad: “el conocimiento de base (el saber), conocimiento técnico (el saber hacer) y aptitudes (el saber ser)” ([Vargas, 2008, p. 15](#)). Dichos elementos se encuentran integrados de manera implícita en los criterios de los instrumentos de evaluación mencionados anteriormente, que se enriquecieron mediante la perspectiva de [Tobón \(2017\)](#), quien enfatiza la socioformación.

Con respecto a lo anterior se toma en cuenta que independientemente del método pedagógico que se trate, ya sea tradicional, por competencias o cualquier otro, la finalidad de la aplicación de este prototipo es mantener en práctica al alumnado, a través de procesos reales de la hidráulica que reproduce el prototipo, los cuales se podrá visualizar, probar, rehacer y mejorar conceptos, además de la incluir dentro del método pedagógico, un modelo TARGET, modelo que sirvió en gran medida para complementar y estructurar el aula, describiéndose de manera más completa en breve.

Ahora para la obtención de datos sobre la eficacia del prototipo en conjunto con un enfoque motivacional, es importante explicar las estrategias didácticas aplicadas de las cuales se obtuvieron datos para seguir con el estudio, incluyendo una metodología mixta de investigación, es decir, un enfoque que incluye métodos cualitativos y cuantitativos los cuales se detallan de manera más específica cada uno de los procesos en las secciones siguientes.

Estrategias pedagógicas

A continuación, se realiza una descripción de las dos estrategias didácticas basadas en el modelo educativo por competencias, en conjunto con el enfoque motivacional. Para este trabajo, se seleccionaron dos grupos homogéneos del turno vespertino del CECyTEC, plantel Campeche, similares tanto en número de integrantes como en conocimientos de hidráulica, identificados previamente mediante una evaluación diagnóstica. Los grupos involucrados fueron el 6° A y 6° B de la especialidad de Mecatrónica, ambos de nivel medio superior. Estos estudiantes presentaban un bajo desarrollo en habilidades cognitivas relacionadas con los temas de hidráulica; por lo tanto, el índice de reprobación se preveía elevado para ambos grupos en la asignatura de Física.

Estas estrategias tuvieron fundamento en las dimensiones del “saber ser” y “saber hacer”, las cuales son reconocidas por [Vargas \(2008\)](#) como ejes centrales para el desempeño técnico y la disposición actitudinal en la empleabilidad. El fortalecimiento de estos componentes se logró mediante la integración del enfoque de [Tobón \(2017\)](#), quien define la socioformación como una dinámica orientada a la resolución de problemas del entorno real bajo principios éticos y trabajo colaborativo, así como también mediante la

integración del modelo motivacional TARGET, que se describe su aplicación dentro del desarrollo de las dos estrategias de estudio en los siguientes apartados.

El modelo TARGET, el cual conlleva un enfoque motivacional reconocido, es descrito por Ames (1992, como se citó en [Peña y Hernández, 2023](#)), donde propone la estructura de este modelo para organizar el aula mediante la aplicación de: Tareas variadas, Autoridad compartida, Reconocimiento al esfuerzo, Grupos cooperativos, Evaluación formativa y Tiempo flexible. Ames enfatiza que los docentes promueven orientaciones motivacionales mediante mensajes y prácticas que priorizan el aprendizaje sobre la competencia.

En este sentido, el término TARGET constituye un acrónimo que articula las seis dimensiones clave descritas anteriormente. Su integración tiene como propósito fundamental incidir de manera positiva en la motivación estudiantil, promoviendo tanto el esfuerzo sostenido como el logro de aprendizajes significativos.

Primera estrategia se realizó sin la implementación del prototipo didáctico.

Esta estrategia de enseñanza-aprendizaje se fundamentó en un modelo por competencias mediante la planeación previa de actividades, donde “no se trata de establecer un modelo rígido de planificación, sino de analizar y utilizar adecuadamente los elementos para abarcar la complejidad de la actividad educativa” ([Tobón, 2012, p. 53](#)). La propuesta se estructuró en tres etapas: apertura, desarrollo y cierre. Asimismo, la estrategia se implementó a través de los métodos de estudio de casos y resolución de ejercicios y problemas ([De Miguel, 2005, p. 40](#)), con el fin de contribuir al desarrollo de las dimensiones del saber y saber hacer. A continuación, se describe el proceso sintetizado de la planeación didáctica, sin la integración de un prototipo:

Etapa de apertura.

Aquí se realiza una actividad que genere interés en el educando para encausar al tema en cuestión que en este caso es sobre hidráulica en el hogar, puede ser una plática breve, una exposición con diapositivas, entre otros. Por último, en esta etapa se realizará una evaluación diagnóstica acerca de que conocimientos tienen acerca del tema.

Etapa de desarrollo.

Bajo la guía docente, esta fase contempla la entrega de materiales bibliográficos a los estudiantes para realizar lecturas de comprensión previas, así como la ejecución de investigaciones dirigidas en la web. El

resultado de estas acciones se consolidará en un resumen. Durante el desarrollo de esta etapa, se implementa el modelo TARGET, un enfoque estructurado diseñado para potenciar la motivación intrínseca a través de las actividades que se detallan a continuación.

-Tareas. Asignación de tareas de diseño variado y desafiante a través de los diversos fenómenos y problemáticas involucradas.

-Autoridad. Dar autoridad fomentar su capacidad para tomar decisiones independientes en su aprendizaje, mientras se le otorga un rol de responsabilidad y liderazgo dentro del grupo, sin perder el marco educativo.

-Grupos. Formación de equipos para fomentar el trabajo colaborativo entre los miembros.

-Evaluación. La evaluación formativa será privada y enfocada en progreso personal.

-Tiempo. Dar el tiempo adecuado para concluir con sus tareas

Una vez concluidas las actividades, se califican las tareas y se inicia una retroalimentación de los temas, por parte del docente con explicaciones, comportamientos, principios o teoremas que involucren procesos hidráulicos del agua potable.

El producto de entrega que deberá realizar el educando será la realización de reporte científico que se entrega al docente, que contenga los apartados correspondientes y que incluya, diagramas hidráulicos, fotografías de evidencia con explicación de su sistema, fenómenos, principios, teoremas y cálculos.

Etapa de Cierre.

Esta parte involucra una Evaluación sumativa que este caso es un examen escrito.

Lo mencionado anteriormente sería la metodología a utilizar sin la aplicación del prototipo y solo se realiza una práctica específica en el laboratorio.

Como pudo observarse en la metodología, la evaluación es continua y se puede aplicar a las tres etapas: apertura, desarrollo y cierre, utilizando instrumentos de evaluación que este caso se emplearon listas de cotejo para la etapa de desarrollo y cierre. “Las listas de cotejo son instrumentos para evaluar productos de desempeño determinando el cumplimiento o no cumplimiento de unos determinados indicadores” (Tobón, 2017, p. 65).

Segunda estrategia se realizó con la implementación del prototipo didáctico

Esta estrategia de enseñanza-aprendizaje se fundamentó en un modelo por competencias mediante la planeación previa de actividades, bajo la premisa de que “no se trata de establecer un modelo rígido de planificación,

sino de analizar y utilizar adecuadamente los elementos para abarcar la complejidad de la actividad educativa” (Tobón, 2012, p. 53). La estructura se dividió en tres etapas: apertura, desarrollo y cierre. Este diseño contribuye al desarrollo de las dimensiones del saber y saber hacer, integrando el enfoque de la socioformación propuesto por Tobón (2017), el cual fue detallado en la descripción de la primera estrategia. Bajo el mismo sustento metodológico de la estrategia anterior, se emplearon los métodos de estudio de casos y resolución de ejercicios y problemas (De Miguel, 2005). La diferencia sustancial en esta etapa radica en la integración del prototipo didáctico original, cuya aplicación en la planeación se sintetiza a continuación.

Descripción.

Etapa de apertura. Aquí se realiza una actividad que genere interés en el educando para encausar al tema en cuestión que en este caso es sobre hidráulica en el hogar, puede ser una plática breve, una exposición con diapositivas, entre otros. Por último, en esta etapa se realizará una evaluación diagnóstica acerca de que conocimientos tienen acerca del tema.

Etapa de desarrollo.

Fundamentada en la mediación docente, esta etapa contempla la provisión de acervos bibliográficos a los estudiantes sobre el objeto de estudio, con el fin de promover lecturas de comprensión preliminares e investigaciones dirigidas en entornos web. El resultado de estas acciones se consolida en la elaboración de un resumen analítico. Durante el desarrollo de esta fase se aplica el modelo TARGET, un enfoque estructurado orientado a potenciar la motivación intrínseca, el cual articula las actividades que se describen detalladamente a continuación.

Durante su desarrollo de este modelo el prototipo lo manipula en mayor medida el docente para dar a conocer el uso y aplicaciones del prototipo. que conlleva a la combinación de las siguientes actividades que se detallan en los siguientes párrafos

- Explicación y modo de uso del prototipo. Explicar las diferentes aplicaciones esto con lleva a la realización de prácticas demostrativas por parte del docente.

- Tareas. Asignación de tareas de diseño variado de probables arreglos hidráulicos y desafiante a través de los diversos fenómenos y problemáticas involucradas.

- Autoridad. Dar autoridad fomentar su capacidad para tomar decisiones independientes en su aprendizaje, mientras se le otorga un rol de responsabilidad y liderazgo a cada uno dentro del grupo, sin perder el marco educativo,

- Grupos. Formación de equipos para fomentar el trabajo colaborativo entre

los miembros.

-Evaluación. La evaluación formativa será privada, continua y enfocada en progreso personal.

-Tiempo. Dar el tiempo adecuado para concluir con sus tareas

Una vez concluidas las actividades, se califican las tareas y se inicia una retroalimentación de los temas, por parte del docente con explicaciones, comportamientos, principios o teoremas que involucren procesos hidráulicos del agua potable.

El producto de entrega que deberá realizar el educando será la realización de reporte científico que se entrega al docente, que contenga los apartados correspondientes y que incluya, diagramas hidráulicos, fotografías de evidencia con explicación de su sistema, fenómenos, principios, teoremas y cálculos.

Etapas de cierre.

Evaluación sumativa que será calificada con lista de cotejo donde se realice una práctica por equipo que involucre un prototipo didáctico que cubra varios fenómenos y principios de la hidráulica que estén es estudio realizada por los educando donde primero diseñarán su propio arreglo o sistema hidráulico diferente a los demás, realizando previamente algunos diagrama hidráulico, para luego fabricarlo con tuberías de cpvc, que el diseño se adapte y conecte con el prototipo, el cual puedan servir para explicar los teoremas o principio aprendidos y expresiones matemáticas. El producto final será un reporte científico que contenga sus apartados correspondientes que incluya dibujo del diseño del diagrama hidráulico, fotografías de evidencia con explicación de su sistema, fenómenos y sus principios, teoremas, cálculos y principios involucrados.

La descripción anterior constituye la estrategia pedagógica que integra el uso del prototipo didáctico y el modelo TARGET durante la fase de desarrollo de la secuencia didáctica. Es pertinente precisar que el proceso de evaluación es de carácter continuo y transversal a las tres etapas (apertura, desarrollo y cierre); sin embargo, se emplean instrumentos de evaluación específicos para las fases de desarrollo y cierre.

Una vez expuestas las estrategias didácticas aplicadas, se procede a la descripción del desarrollo del método mixto empleado en la investigación.

Metodología Cualitativa

Para esta investigación y aplicando la metodología cualitativa tomado en cuenta el modelo TARGET, se realizó una transición de un diseño experimental a un diseño de Investigación-Acción, donde el docente no solo mide como es el caso de un enfoque cuantitativo, sino que interpreta

cómo el prototipo transforma la realidad del aula a través, de la mejora de prácticas y solucionar problemas específicos a través de la participación activa, la cual se describe con más detalle.

1. Enfoque y Tipo de Diseño

Dentro del enfoque cualitativo interpretativo donde la investigación se basa en la observación y la interacción directa con el fenómeno. El diseño es de Investigación-Acción, permitiendo que el docente evalúe la eficacia del prototipo mediante el perfeccionamiento de su propia práctica didáctica.

2. Participantes y Muestreo

En lugar de ver a los grupos 6A y 6B de Mecatrónica solo como “homogéneos” para la estadística, se seleccionarán informantes clave:

Muestreo por conveniencia: Alumnos de ambos grupos con diferentes niveles de interés inicial.

Objeto de análisis: Se seleccionó 5 alumnos que mostraron un cambio significativo en su desempeño y 3 que mantuvieron nulo interés, para comprender las razones subyacentes a estos resultados.

3. Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos.

Para obtener datos significativos, se incluyó aparte de las listas de cotejo lo siguiente:

Observación Participante: El docente llevó un Diario de Campo detallado donde registró las actitudes, expresiones de asombro, dificultades técnicas y diálogos de los alumnos al interactuar con el prototipo.

Entrevistas Semiestructuradas: Aplicadas al finalizar las etapas de cierre. Preguntas eje: ¿Cómo facilitó el prototipo tu comprensión del Teorema de Bernoulli en comparación con la teoría pura?

Análisis de Contenido de Evidencias: Evaluación cualitativa de los informes producidos por los alumnos, es decir se buscó no solo el “cumplimiento” del indicador, sino la profundidad del argumento y el uso del lenguaje técnico y científico.

4. Procedimiento de Análisis (Categorización)

El análisis no se basó en porcentajes de aprobación, sino en la codificación de datos para identificar categorías emergentes:

Categoría A: Mediación Tecnológica: Cómo el prototipo actúa como puente entre el concepto abstracto (ejemplo ecuación de continuidad) y la realidad física.

Categoría B: El proceso educativo se centró en “el desarrollo de la socioformación: análisis del saber ser y saber hacer a través del trabajo colaborativo en el armado del sistema hidráulico” (Tobón, 2017, p. 15). Este enfoque no se percibe como una simple transmisión de contenidos, sino como competencias vivenciales fundamentales para el desarrollo integral.

Categoría C: Obstáculos del Aprendizaje: Identificación de por qué ciertos alumnos persisten en el desinterés a pesar de la innovación didáctica.

Metodología cuantitativa

Para explicar el enfoque cuantitativo, es necesario destacar que la investigación se estructuró bajo un diseño cuasiexperimental utilizando grupos preexistentes sin aleatorización. El estudio se centró en la medición de variables numéricas (porcentajes de aprobación y número de alumnos) para determinar la eficacia del prototipo didáctico y el modelo TARGET, en el desarrollo de habilidades cognitivas.

Se estudió el comportamiento del aprovechamiento en los grupos 6A y 6B de mecatrónica, en dos periodos escolares distintos, los cuales son: agosto 2021-enero 2022 y agosto 2022-enero 2023 obteniéndose los resultados que mostraran en las siguientes tablas.

La tabla 1 indica los criterios con porcentajes obtenidos durante el desarrollo de las estrategias didácticas, donde se observa un análisis sobre el porcentaje de aprobación que consiste en el aprovechamiento de las habilidades cognitivas, en los temas de hidráulica con y sin el prototipo didáctico, de los grupos 6A y 6B de mecatrónica en el periodo escolar agosto 2021-enero 2022. En este caso fueron 25 educandos por grupo los que entraron es el análisis.

Tabla 1

Análisis de aprovechamiento escolar con y sin prototipo didáctico

Grupo	Porcentaje de aprobación de los alumnos que consiste en el aprovechamiento del desarrollo de habilidades cognitivas relacionadas con los temas de hidráulica	Número de alumnos de acuerdo al porcentaje que consiste en el aprovechamiento del desarrollo de habilidades cognitivas relacionadas con los temas de hidráulica		Número de alumnos que mostraron poco o ningún interés antes y después de la aplicación del prototipo	
		Sin prototipo	Con prototipo	Sin prototipo	Con prototipo
6 A Mecatrónica	40 %	72 %	10	18	7
6 B Mecatrónica	32 %	68 %	8	17	8

Observando la tabla se puede se determinar que hubo un cambio en los porcentajes de aprovechamiento antes y después de la implementación del prototipo, en la estrategia didáctica, en el grupo 6A de mecatrónica aumento considerablemente el índice de aprovechamiento de las habilidades cognitivas en el área de la hidráulica de 40 % a 72 % que equivale en número de alumnos de 10 a 18 alumnos respectivamente, encontrándose que 8 alumnos se sumaron al estudio de la hidráulica al aplicar el prototipo presentando finalmente calificación aprobatoria, y también se puede ver que existe un número de 7 alumnos que definitivamente mostraron poco o nulo interés por aprender los temas con y sin el prototipo.

En el grupo 6B de mecatrónica igual aumento considerablemente el índice de aprovechamiento de las habilidades cognitivas en el área de la hidráulica de 36 % a 68 % que equivale en número de alumnos de 8 a 17 alumnos respectivamente, encontrándose que 9 alumnos se sumaron al estudio dela hidráulica al aplicar el prototipo presentando calificación aprobatoria, y también se puede ver que existe un número de 8 alumnos que definitivamente mostraron poco o nulo interés por aprender los temas con y sin el prototipo.

En la Tabla 2 se muestran los criterios con porcentajes obtenidos durante el desarrollo de las estrategias didácticas, donde se observa un análisis sobre el porcentaje de aprobación que consiste en el aprovechamiento de las habilidades cognitivas, en los temas de hidráulica con y sin el prototipo didáctico, de los grupos 6A y 6B de mecatrónica en el periodo escolar agosto 2022-enero 2023. En este caso fueron 23 educandos por grupo los que entraron es el análisis.

Tabla 2

Análisis de aprovechamiento escolar con y sin prototipo didáctico

Grupo	Porcentaje de aprobación de los alumnos que consiste en el aprovechamiento del desarrollo de habilidades cognitivas relacionadas con los temas de hidráulica		Número de alumnos de acuerdo al porcentaje que consiste en el aprovechamiento del desarrollo de habilidades cognitivas relacionadas con los temas de hidráulica		Número de alumnos que mostraron poco o ningún interés antes y después de la aplicación del prototipo
	Sin prototipo	Con prototipo	Sin prototipo	Con prototipo	
6 A Mecatrónica	52.17 %	82.6 %	12	19	4
6 B Mecatrónica	56.52 %	86.95 %	13	20	3

Observando la tabla se puede determinar que hubo un cambio en los porcentajes de aprovechamiento antes y después de la implementación del prototipo, en la estrategia didáctica, en el grupo 6A de mecatrónica aumento considerablemente el índice de aprovechamiento de las habilidades cognitivas en el área de la hidráulica de 52.17 % a 82.6 % que equivalen en número de alumnos de 12 a 18 alumnos respectivamente, encontrándose que 7 alumnos se sumaron al estudio de la hidráulica al aplicar el prototipo presentando finalmente calificación aprobatoria, y también se puede ver que existe un número de 4 alumnos que definitivamente mostraron poco o nulo interés por aprender los temas con y sin el prototipo.

En el grupo 6B de mecatrónica igual aumento considerablemente el índice de aprovechamiento de las habilidades cognitivas en el área de la hidráulica de 56.52 % a 86.95 % que equivale en número de alumnos de 13 a 20 alumnos respectivamente, encontrándose que 7 alumnos se sumaron al estudio de la hidráulica al aplicar el prototipo presentando calificación aprobatoria, y también se puede ver que existe un número de 3 alumnos que definitivamente mostraron poco o nulo interés por aprender los temas con y sin el prototipo.

A continuación, para complementar se desglosa el desarrollo de este enfoque:

1. Definición de la Muestra y Grupos.

Se seleccionaron dos grupos homogéneos (6A y 6B de la carrera de Mecatrónica) del CECyTEC Plantel Campeche, turno vespertino.

La homogeneidad se validó mediante una evaluación diagnóstica para asegurar que ambos grupos tuvieran niveles similares de conocimientos previos en hidráulica.

El análisis abarcó dos periodos escolares: agosto 2021-enero 2022 (25 alumnos por grupo) y agosto 2022-enero 2023 (23 alumnos por grupo).

2. Estructura de las Estrategias (Variables).

El enfoque cuantitativo comparó los resultados obtenidos de dos intervenciones distintas:

Estrategia 1. En base a control. Se aplicó el modelo por competencias con enfoque motivacional sin la utilización del prototipo didáctico,

basándose en material bibliográfico y una sola práctica de laboratorio tradicional.

Estrategia 2. En base a lo experimental. Se aplicó el mismo modelo por competencias con enfoque motivacional, incluyendo el prototipo físico para realizar prácticas demostrativas de teoremas como Bernoulli, Torricelli y Venturi.

3. Recolección de Datos mediante Evaluación Continua

Se utilizaron instrumentos de evaluación estandarizados, específicamente listas de cotejo, para transformar el desempeño de los alumnos en datos valorables.

Los datos se recolectaron en tres momentos específicos: apertura (diagnóstica), desarrollo (formativa) y cierre (sumativa).

De acuerdo con la estructura de empleabilidad propuesta por Vargas (2008), la investigación evaluó indicadores específicos vinculados tanto a la dimensión teórica o del “saber”, como a la dimensión técnica o del “saber hacer” y un enfoque socioformativo.

4. Análisis Estadístico.

El enfoque concluye con un análisis comparativo de frecuencias y porcentajes presentados en tablas:

Incremento de Aprovechamiento: En el periodo 2021-2022, el grupo 6A aumentó su índice de aprobación del 40 % al 72 % tras usar el prototipo.

Consistencia de Datos: En el periodo 2022-2023, se observó una tendencia similar, donde el grupo 6B alcanzó un 86.95% de aprobación con el uso del dispositivo frente a un 56.52 % sin él.

Identificación de Casos Atípicos: El enfoque cuantitativo permitió cuantificar el número de alumnos (entre 3 y 8 dependiendo del grupo) que permanecieron sin interés a pesar de la innovación tecnológica.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos en esta investigación mixta permiten determinar la eficacia del prototipo didáctico de hidráulica y el modelo TARGET en el desarrollo de habilidades cognitivas. Se realizó un análisis comparativo entre dos estrategias pedagógicas: una con un modelo de enseñanza por competencias sin prototipo didáctico basada en material bibliográfico y

prácticas convencionales (Estrategia 1) y una experimental centrada en la manipulación del prototipo físico (Estrategia 2). Enfatizando que el modelo TARGET se implementó en las dos estrategias didácticas.

Hallazgos Cuantitativos: Aprovechamiento Escolar.

El análisis cuantitativo, fundamentado en un diseño cuasiexperimental con grupos preexistentes, evaluó el comportamiento del aprovechamiento en los grupos 6A y 6B de la especialidad de Mecatrónica durante dos periodos escolares.

Periodo agosto 2021 - enero 2022

En este ciclo, con una muestra de 25 alumnos por grupo, se observó una transformación significativa en los indicadores de aprobación al introducir el dispositivo físico.

-Grupo 6A Mecatrónica: El índice de aprobación aumentó del 40 % (sin prototipo) al 72 % (con prototipo). Esto representa que 8 alumnos adicionales lograron desarrollar las habilidades cognitivas requeridas tras la interacción con el aparato.

-Grupo 6B Mecatrónica: Se registró un incremento similar, pasando de un 32 % a un 68 % de aprobación. Un total de 9 alumnos se sumaron satisfactoriamente al estudio de la hidráulica gracias a la estrategia experimental.

-Casos de Desinterés: A pesar de la innovación, se identificó un remanente de entre 7 y 8 alumnos por grupo que mantuvieron un interés nulo ante ambas estrategias.

Periodo agosto 2022 - enero 2023

Para este segundo ciclo, con 23 alumnos por grupo, la tendencia de mejora se consolidó con porcentajes de éxito aún más elevados.

-Grupo 6A Mecatrónica: El aprovechamiento escaló de un 52.17 % inicial a un 82.6 % final. En términos de matrícula, 7 alumnos que no respondían a la teoría pura lograron aprobar mediante la práctica demostrativa.

-Grupo 6B Mecatrónica: Este grupo alcanzó el rendimiento más alto de la investigación, elevando su aprobación del 56.52 % al 86.95 %. Solo 3 alumnos persistieron con falta de interés.

-Hallazgos Cualitativos: Investigación-Acción y Socioformación

Desde la perspectiva cualitativa, el docente actuó como orientador participante, utilizando diarios de campo y entrevistas semiestructuradas

para interpretar la transformación de la realidad en el aula.

Categoría A: Mediación Tecnológica.

Se identificó que el prototipo actúa como un puente eficaz entre conceptos abstractos y la realidad física. Los alumnos manifestaron, mediante entrevistas, que la visualización directa de fenómenos como el Teorema de Bernoulli facilitó la comprensión profunda en comparación con la teoría aislada.

Categoría B: Desarrollo de la Socioformación.

Se observó una evolución significativa en el “saber ser” y “saber hacer”, componentes que [Vargas \(2008\)](#) identifica como pilares fundamentales de la empleabilidad técnica y actitudinal. Estos elementos se enriquecieron mediante la implementación del modelo TARGET y la perspectiva de [Tobón \(2017\)](#), quien enfatiza la socioformación como un proceso para resolver problemas del contexto con ética y colaboración. En este sentido, el trabajo en grupos cooperativos para el armado de arreglos hidráulicos —orientados a la comprobación de los principios de Venturi, Torricelli y la ecuación de continuidad— fomentó la responsabilidad compartida, el liderazgo estudiantil y la convivencia.

Categoría C: Análisis de Evidencias.

Al analizar el contenido de los reportes científicos, se detectó una mejora sustancial en la profundidad de los argumentos y el uso de lenguaje técnico. Los educandos no solo cumplieron con los indicadores de la lista de cotejo, sino que demostraron capacidad para diseñar sistemas hidráulicos originales y adaptarlos al prototipo.

Síntesis de la Eficacia del Prototipo.

El cruce de datos permite confirmar que la evaluación continua, aplicada en los momentos de apertura, desarrollo y cierre, fue fundamental para monitorear el progreso personal. El uso de instrumentos estandarizados (listas de cotejo) transformó el desempeño técnico en datos valorables que sustentan la eficacia del dispositivo.

En resumen, los resultados demuestran que el prototipo didáctico no solo incrementa los niveles de aprobación cuantitativa (alcanzando hasta un 86.95% en el mejor de los casos), sino que también dinamiza el ambiente de clase, permitiendo a los alumnos visualizar, probar y mejorar conceptos hidráulicos mediante procesos reales.

DISCUSIÓN

La implementación de este estudio práctico en el CECyTEC Plantel Campeche permite realizar un contraste profundo entre la teoría pedagógica contemporánea y los resultados tangibles obtenidos en el aula. Al analizar la eficacia del prototipo didáctico desde una metodología mixta, se observa que la transición de un modelo de enseñanza por competencias sin prototipo didáctico hacia uno del mismo modelo, pero más enfocado al tipo experimental y socioformativo no solo altera los índices de aprobación, sino que redefine la relación del estudiante con el conocimiento científico.

Hipotéticamente, el dispositivo diseñado para esta investigación funge como un facilitador del conocimiento de las propiedades mecánicas del agua, permitiendo la observación directa de principios complejos como los de Bernoulli, Torricelli y Venturi. La evidencia recolectada sugiere que, independientemente del modelo educativo subyacente, la clave del éxito radica en el adiestramiento guiado por el docente y un monitoreo documentado mediante instrumentos de evaluación continua. Sin estas herramientas de registro, como la bitácora y las listas de cotejo, la evaluación del desempeño individual se tornaría subjetiva y carente de sustento para la mejora continua.

Al confrontar los datos cuantitativos de los periodos 2021-2022 y 2022-2023, la discusión se centra en el notable incremento del interés por los temas de hidráulica. En todos los casos analizados, el uso del prototipo superó los resultados de la enseñanza basada únicamente en material bibliográfico y prácticas de laboratorio convencionales. No obstante, Es fundamental detenerse a analizar el descubrimiento cualitativo de los “casos atípicos”: aquellos estudiantes que, pese a la implementación de innovaciones tecnológicas y el enfoque motivacional TARGET, conservaron un interés nulo. Esto sugiere que la tecnología educativa es un facilitador potente, pero no un sustituto de la disposición intrínseca del estudiante, lo que abre una línea de investigación futura sobre los obstáculos persistentes del aprendizaje en entornos vulnerables.

Un punto importante en esta discusión es la alineación del proyecto

con las demandas del ámbito laboral y escolar actual. La educación debe aspirar a que el ser humano logre un desarrollo integral de saberes que le permitan desenvolverse con éxito. En este sentido, es fundamental retomar lo que afirma [Vargas \(2008\)](#), quien señala que se deben considerar “los tres componentes de la empleabilidad como el conocimiento de base (el saber), conocimiento técnico (el saber hacer) y aptitudes (el saber ser)” (p. 15).

El prototipo didáctico cumple con tres componentes fundamentales: el “saber” se refuerza mediante la comprobación de teoremas; el “saber hacer” se manifiesta en la capacidad del alumno para diseñar y fabricar sus propios arreglos hidráulicos en tuberías de CPVC; y el “saber ser” se cultiva a través del trabajo colaborativo y la responsabilidad compartida que promueve el modelo TARGET.

Ahora bien, al analizar los planteamientos de [Vargas \(2008\)](#) y [Tobón \(2017\)](#) respecto a los tres componentes fundamentales, el proceso de la práctica educativa adquiere una dimensión más profunda a través de la socioformación. Para Tobón, estos saberes no son componentes aislados para el trabajo, sino dimensiones interconectadas que buscan resolver problemas del contexto real con ética y colaboración. Mientras Vargas pone el énfasis en la “aptitud” individual para el empleo, el primero propone que el “saber ser” es el eje de la autorrealización y la responsabilidad social.

Con referencia a la perspectiva de la investigación-acción, el docente dejó de ser un simple transmisor para convertirse en un guía de la realidad del aula. La capacidad del prototipo para actuar como un vínculo entre la abstracción matemática de la ecuación de continuidad y la realidad física de un fluido en movimiento es, quizás, el hallazgo más significativo de esta mediación tecnológica. Los alumnos no solo memorizaron fórmulas, sino que interactuaron con el fenómeno, lo que derivó en reportes científicos con una profundidad argumentativa superior y un uso preciso del lenguaje técnico.

En conclusión, la teoría propuesta sobre la eficacia del prototipo para desarrollar habilidades cognitivas en temas de hidráulica queda validada por la praxis. Se confirma que el dispositivo capta la atención de manera efectiva y es lo suficientemente versátil para que los

alumnos generen sistemas hidráulicos diversos. Este enfoque integral, que combina el rigor técnico con la motivación y la socioformación, asegura que el aprendizaje trascienda el aula y se convierta en una competencia para la vida, cumpliendo así con la misión educativa de formar técnicos capaces y ciudadanos comprometidos con su propio crecimiento intelectual.

REFERENCIAS

Arciniega Durán, G. A. y Jaime González, L.G. (2011). *Física 2, enfoque por competencias*. Fernández editores.

De Miguel Díaz, M. (2005). *Modalidades de enseñanza centradas en el desarrollo de competencias*. Universidad de Oviedo.

Giancoli, D.C. (2007). *Física. Principios con aplicaciones* (6a ed. Vol. 2). Pearson Prentice Hall.

López Díaz, R. A. (2017). *Estrategias de enseñanza creativa: investigaciones sobre la creatividad en el aula*. Universidad de La Salle. <https://biblioteca.clacso.edu.ar/Colombia/fce-unisalle/20180225093550/estrategiasen.pdf>

Mora Ley, C.E., Sánchez Sánchez, R. y Culaba, I. B. (2020). *Aprendizaje activo de la física. Clases demostrativas interactivas*. Comunicación Científica. <https://comunicacion-cientifica.com/wp-content/uploads/2022/03/7-CC007.-INTERIORES-Aprendizaje-activo-de-la-fisica.pdf>

Peña, R., y Hernández, J. Z. (2023). *Manual de motivación para el aprendizaje*. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. https://www.zaragoza.unam.mx/wp-content/2023/Publicaciones/libros/csociales/Manual_motivacion_aprendizaje.pdf

- Pérez Montiel, H. (2007). *Física general*. Grupo Editorial Patria S.A de C.V.
- Rivera Álvarez, G. y Domínguez Cervantes, A. (2010). *Física 1, con enfoque por competencias*. Book Mart S.A. de C. V.
- Tippens, P. E. (2011). *Física, conceptos y aplicaciones (7a ed.)*. Mc Graw Hill.
- Tobón, S., Pimienta, J. H. y García Fraile, J. A. (2010), *Secuencias didácticas: aprendizaje y evaluación de competencias*, Prentice Hall. <https://cbt1ixtapaluca.mx/archivos/documentacionAcademica/SECUENCIAS%20DIDACTICAS.%20tobon-f.pdf>
- Tobón, S (2012). *Experiencias de aplicación de las competencias en la educación y el mundo organizacional*. Red Durango de Investigadores Educativos A. C. https://redie.mx/librosyrevistas/libros/aplicacion_competencias.pdf
- Tobón, S. (2017). *Evaluación socioformativa. Estrategias y documentos*. Kresearch. https://www.researchgate.net/profile/Sergio_Tobon4/publication/336349659_Evaluacion_socioformativa_Estrategias_e_instrumentos/links/5d9cf8e6458515c1d3a1628c/Evaluacion-socioformativa-Estrategias-e-instrumentos.pdf
- Vargas Leyva, M. R., (2008). *Diseño curricular por competencias*. ANFEI. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/182548/libro_diseno_curricular-por-competencias_anfei.pdf