

Una estrategia interdisciplinar, para propiciar la integración de los contenidos de Física y Matemática, durante el proceso de enseñanza – aprendizaje de la Física, en la formación de ingenieros.

An interdisciplinary strategy, to promote the integration of the contents of Physics and Mathematics, during the teaching-learning process of Physics, in the training of engineers

Celso Jesús Herrera Rojas, Gilda Vega Cruz y Armando González Puyol

Introducción

La interpretación de los fenómenos de la naturaleza y de los principios que se estudian en la asignatura Física durante la formación de ingenieros, hacen imprescindible el empleo de la Matemática como herramienta de pensamiento y como lenguaje formalizado, que permite la adecuada representación de dichos conocimientos y su comunicación de forma eficaz. La resolución de ejercicios y problemas durante el proceso de enseñanza de la Física, conlleva el empleo de algoritmos de trabajo de diferente nivel de generalidad, que al ponerlos en práctica, permiten resolver dichos problemas de forma rápida y certera. Pero esta integración no se da de forma espontánea durante la formación de ingenieros, es necesario el trabajo coordinado de varios factores involucrados en el proceso y la intención manifiesta de propiciar la interdisciplinariedad durante el mismo.

Este problema ha sido abordado por varios autores en el contexto nacional e internacional, Herrera, C.J. (2004), Castro, F., La O, W., Bustamante, J.(2006), Vizcaíno, D.F. y Terrazzan, E.A.(2017), Valenzuela, D y Espinosa, L(2018), proponen alternativas didácticas para propiciar la transferencia de los contenidos matemáticos durante la modelación de fenómenos físicos en el preuniversitario. Gómez M.A.(2005) y Gozález Rodríguez, B.E.(2010), han investigado sobre cómo potenciar este aspecto en la Educación Superior. Por su parte, Ursul, A y otros(1983), Tijonov, A. y Kostomarov, D.(1987), Lange(1987), Kline(1996) Castro, E y Castro, E(2002), han abordado este aspecto en libros publicados en décadas recientes, dedicados a la ciencia en general y a la didáctica de las ciencias exactas.

Las causas que han motivado esta investigación están relacionadas con las dificultades que ha observado el autor, que coinciden con el parecer de otros docentes e investigadores, dadas en el hecho de que los alumnos no ven en la Matemática una herramienta de pensamiento, para la comprensión significativa de los conceptos y principios físicos, y manifiestan tendencia a memorizar fórmulas que emplearán para realizar cálculos, sin razonar sobre el significado físico de dichas fórmulas y de los resultados obtenidos.

La presente investigación partió de la observación del desempeño de los estudiantes durante el proceso de enseñanza-aprendizaje que desarrolla el autor. Se decidió entonces, aplicar los métodos empíricos de investigación para establecer el estado actual de esta situación, que se concreta en que:

- Los alumnos no emplean los términos matemáticos adecuados para enunciar un principio físico y presentan dificultades para realizar su modelación matemática.
- Frecuentemente, no logran interpretar la analogía entre las ecuaciones abstractas de la Matemática y su aplicación en las fórmulas propias de la Física.
- No muestran desarrollo del pensamiento variacional, vinculado a la covariación entre magnitudes directa e inversamente proporcionales a las diferentes potencias.
- Presentan serias dificultades al desarrollar un procedimiento algebraico para la demostración de las ecuaciones fundamentales de la Física.
- No muestran habilidades para identificar los procedimientos algebraicos generalizados y recursos gráficos necesarios para la resolución de un problema de Física.

Por otra parte, se revisó la bibliografía relacionada con el tema, concluyendo que si la física es una ciencia exacta, su enfoque y estilo debe ser eminentemente cuantitativo, de ahí que el análisis de los hechos de la experiencia, la definición de los conceptos fundamentales, la deducción e interpretación de los principios y leyes básicas, así como la resolución de las tareas que requieren cálculos, hagan imprescindibles que el estudiante piense y actúe a la vez como físico y como matemático, es decir, debe pensar y razonar sobre los fenómenos de la naturaleza, pero en lenguaje matemático, debe transferir las estructuras matemáticas abstractas, a la descripción y explicación de la realidad física. Lo anterior sintetiza el estado deseado al que se aspira en el objeto de estudio.

La Psicología Pedagógica y la Didáctica de los últimos cien años, ofrecen recursos que permiten alcanzar el estado deseado del objeto, pero no existe una estrategia didáctica adecuadamente fundamentada, para alcanzar dicho propósito, lo cual nos pone ante la certeza de que existen carencias teóricas a la hora de fundamentar el mismo, que se concretan en lo siguiente: no se han esclarecido los presupuestos didácticos que justifican la posibilidad de integración de los conocimientos de Física y Matemática durante la formación de ingenieros, que a su vez sustentan el diseño y puesta en práctica de una estrategia con carácter interdisciplinar y desarrollador para alcanzar dicho objetivo.

La comparación del estado deseado con el estado actual y la no coincidencia de estos, permitió constatar la existencia del siguiente:

Problema científico: ¿Cómo propiciar la integración entre los contenidos de Física y Matemática durante el proceso de enseñanza- aprendizaje de la Física, que se desarrolla en la formación de ingenieros?

La investigación se enmarca en el siguiente:

Objetivo general: Elaborar una estrategia didáctica, basada en un enfoque desarrollador y con carácter interdisciplinar, que contribuya al logro de la integración de contenidos, durante el proceso de enseñanza- aprendizaje de la Física y la Matemática, en la formación de ingenieros.

Como solución anticipada al problema científico se plantea la siguiente:

Hipótesis: Si se implementa una estrategia didáctica con enfoque desarrollador y carácter interdisciplinar durante el proceso de enseñanza- aprendizaje de la Física y la Matemática en la formación de ingenieros, entonces se propiciará la adecuada integración de los contenidos de estas asignaturas durante el dicho proceso.

Variable independiente: Una estrategia didáctica, con enfoque desarrollador y carácter interdisciplinar, para el logro de la integración de contenidos, durante el proceso de enseñanza- aprendizaje de la Física y la Matemática en la formación de ingenieros.

Variable dependiente: grado en que se logra la integración, durante el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física y la Matemática en la formación de ingenieros.

Variables ajenas:

- Grado de preparación en Física y Matemática con que arriban los estudiantes al centro.
- Grado de motivación hacia las asignaturas y la carrera.
- El soporte tecnológico con que cuenta la universidad, para desarrollar el proceso..
- El tiempo asignado a las asignaturas.

Métodos de investigación

Durante el desarrollo de la investigación se emplearán los siguientes **métodos**:

A lo largo de toda la investigación se tuvo muy en cuenta el empleo del enfoque **dialéctico** y en un plano más específico, el proceso dialéctico de adquisición de los conocimientos, de lo concreto sensible a lo abstracto y de ahí a lo concreto en el pensamiento.

Del nivel **empírico**:

Observación científica: para dar seguimiento al desempeño de los estudiantes y observar clases de algunos profesores que comparten la cátedra con el autor.

Encuesta: comoquiera que los estudiantes son los sujetos principales sobre los que se desea influir, y sus opiniones sobre el empleo de las matemáticas, se consideran relevantes

Entrevista: para conocer las ideas que poseen otros profesores del nivel sobre el tema que se investiga, principalmente en la variante de entrevista estructurada.

Revisión de documentos: para constatar lo establecido en los planes de estudio y otros documentos relacionados con la evolución y el estado actual del problema. **Experimento:** para comprobar el cumplimiento de la hipótesis y la efectividad de la propuesta elaborada. Se empleará en la segunda parte de la investigación, poniendo en práctica la propuesta en uno de los grupos que constituyen la muestra.

Prueba pedagógica: se empleará al principio del proceso, para constatar la existencia del problema.

Del nivel **teórico**:

Analítico - sintético: en toda la investigación es necesario desglosar, analizar los aspectos que se tratan para su mejor comprensión; esta última se concreta mediante la síntesis de dichos aspectos.

Inductivo - deductivo: comoquiera que el pensamiento es un proceso que opera pasando repetidamente de lo particular a lo general y viceversa. La inducción prevalece cuando se parte de analizar los diferentes aspectos de una temática para arribar a conclusiones, la deducción cuando se realizan inferencias, a partir de una idea general.

Histórico-lógico: para dar seguimiento a la evolución histórica del problema, esclareciendo los factores que condicionaron la dinámica de su desarrollo. Se empleará principalmente durante el establecimiento del marco teórico, para esclarecer la evolución histórica de las ideas sobre la integración de conocimientos.

Hipotético- deductivo: comoquiera que la posible solución del problema se ha planteado en forma de conjetura, de la cual se deducen inferencias relevantes para el proceso investigativo.

Modelación: para lograr un acercamiento al estado deseado del objeto que se pretende transformar y en virtud de que la integración de contenidos que se pretende, conlleva la modelación matemática de los objetos y procesos físicos.

Sistémico- estructural- funcional: En virtud del carácter complejo del objeto. El análisis sistémico es condición indispensable para la interpretación teórica del objeto. Deberá ser tenido en cuenta en todo el proceso si se desea ser consecuente con la aplicación del método dialéctico.

Métodos estadísticos: tratamiento estadístico de los datos mediante las medidas de tendencia central, de dispersión y los recursos gráficos, para realizar las inferencias requeridas.

Resultados y discusión

El **aporte teórico** de esta investigación consiste en que se sistematizan los presupuestos teóricos que sustentan el logro de la interdisciplinariedad y la integración de los contenidos, durante el proceso de enseñanza- aprendizaje de la Física y la Matemática, y basado en lo anterior, diseñar una estrategia didáctica para alcanzar este objetivo durante la formación de ingenieros.

Por otra parte, el **resultado práctico** de esta investigación estará centrado en , que se propone un sistema de acciones, que concretan en la estrategia arriba mencionada, relacionadas con la reformulación de los objetivos, el trabajo metodológico conjunto entre los profesores de Física y Matemática así como la forma en que deben emplearse los conocimientos y habilidades de Matemática durante el proceso. Se resalta además la importancia de emplear procedimientos generalizados durante la resolución de ejercicios y problemas.

Se considera que la **novedad científica** de este trabajo radica en que se emplean de forma consecuente los recursos que ofrecen la Didáctica y la Psicología Pedagógica para fundamentar la posibilidad de integrar de manera eficaz los contenidos de Física y Matemática durante el proceso de enseñanza- aprendizaje de ambas y asignaturas y basado en lo anterior, diseñar una estrategia didáctica que posibilite lograr este propósito.

Conclusiones

La enseñanza de la Física en la formación de ingenieros requiere inevitablemente del uso de la Matemática como lenguaje formalizado y herramienta esencial de pensamiento. No obstante, esta integración no ocurre de manera espontánea, evidenciando la necesidad de estrategias didácticas intencionadas y fundamentadas para lograr un aprendizaje significativo.

Los estudiantes enfrentan problemas en el uso adecuado del lenguaje matemático para modelar fenómenos físicos, interpretar relaciones funcionales entre magnitudes y desarrollar

procedimientos algebraicos generalizados. Estas limitaciones limitan la comprensión conceptual y la capacidad de transferencia del conocimiento entre ambas disciplinas.

La propuesta de una estrategia interdisciplinar y con enfoque desarrollador responde a la necesidad de conectar los contenidos de Física y Matemática. Esta estrategia no solo facilita la comprensión de los principios físicos mediante modelación matemática, sino que también fortalece habilidades cognitivas, como el razonamiento lógico, el pensamiento variacional y la resolución de problemas complejos.

El aporte teórico de la investigación radica en la sistematización de los fundamentos psicopedagógicos y didácticos que justifican la integración de los contenidos. Desde el punto de vista práctico, se propone una estrategia didáctica estructurada, basada en acciones concretas como la reformulación de objetivos, el trabajo metodológico conjunto entre profesores y el uso de procedimientos generalizados para resolver problemas físicos.

La implementación de la estrategia propuesta permite que los estudiantes piensen y razonen como físicos y matemáticos, desarrollando un enfoque cuantitativo y analítico hacia la resolución de problemas. De este modo, se propicia una formación más integral y ajustada a las demandas profesionales de la Ingeniería en el contexto actual.

La investigación presenta una propuesta innovadora al emplear de manera coherente los recursos de la Psicología Pedagógica y la Didáctica, ofreciendo una solución concreta y práctica a un problema recurrente en la enseñanza de la Física y la Matemática en la Educación Superior.

Referencias bibliográficas

- Baldor, A.(1954).: *Algebra elemental*. La Habana. Imprenta nacional de Cuba
- Castro, E y Castro, E.(2002): *Representaciones y Modelización*. En: *La Educación Matemática en la Enseñanza Secundaria* (pp. 95 a124), coordinado por L. Rico. Barcelona Ed. Horsori.
- Castro, F., La O, W., Bustamante, J.(2006). *Las relaciones interdisciplinarias en un área de Ciencias ...* En: *Interdisciplinariedad* (pp 254 a 272). Coordinado por Marta Alvarez. La Habana. Ed. Pueblo y Educación.
- Gómez Hernández, M.A.(2005).: *Una propuesta didáctica para elevar los niveles de transferencia entre las distintas representaciones de las funciones, en el nivel preuniversitario*. (Tesis de Doctorado, Universidad de la Habana)
- González, M.O.(1952): *Matemática, Quinto Curso*. La Habana. Ed. Selecta .
- González, M.O. y Mancill, J. D.(1952): *Álgebra elemental moderna*. La Habana. Ed. Selecta .
- González Rodríguez, B.E.(2010).: *La preparación del profesor para la utilización de la modelación matemática en el proceso de enseñanza – aprendizaje*. Tesis de Doctorado, Universidad Central “Martha Abreu” de Las Villas.
- Gran, M.F.(1974).: *Elementos de física general y experimental*. La Habana, Ed. Pueblo y Educación.
- Kline, M.(1996).: *El fracaso de la Matemática moderna*. México, Ed. Siglo Veintiuno, S.A.
- Rosell, F. S.(1945).: *Matemática, Primer Curso, Aritmética*. La Habana. Ed. Selecta.
- _____: *Matemática, Segundo Curso, Álgebra*. La Habana. Ed. Selecta.
- Tíjonov, A y Kostomarov, D.(1987).: *Conferencias de Introducción a las Matemáticas Aplicadas*. Moscú. Ed. Mir.

Valenzuela Zúñiga, D y Espinosa Ramírez, L. (2018). *Relación Física- Matemática, un estudio epistemológico en desarrollo, centrdo en el siglo XIX*. Acta latinoamericana de matemática Educativa.VOL 31, Nro 2, 2018.

Ursul, A.D. y otros.(1981): *La dialéctica y los métodos científicos generales de Investigación*. La Habana. Ed. de Ciencias Sociales.

Vizcaino Arévalo, D. F., Terrazzan, E. A. (2015) *Diferencias transcendentales entre matematización de la física y matematización para la enseñanza de la física*. Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología -Tecné, Episteme y Didaxis, (38), 95-111.