

**Sistema de actividades interdisciplinarias e integradoras en la física-matemática:
un ejemplo en la práctica pedagógica interdisciplinaria en la carrera de
ingeniería informática**

*System of Interdisciplinary and Integrating Activities in Physics-Mathematics: An
Example in Interdisciplinary Pedagogical Practice in Informatic Engineering*

Jorge Félix Valiente Márquez^{1*} <https://orcid.org/0000-0002-0726-942X>

Fernando Perera Cumerma² <https://orcid.org/0000-0003-0999-0242>

Raquel Bermúdez Morris² <https://orcid.org/0000-0002-87662896>

¹Instituto de Información Científica y Tecnológica IDICT, La Habana, Cuba.

²Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría (ISPJAE). Centro de Referencia para la Educación Avanzada.

*Autor para la correspondencia: jfvaliente@ceis.cujae.edu.cu

RESUMEN

En el presente trabajo se hace una breve descripción de como se puede aplicar un sistema de tareas de la Física y Matemática en la carrera de informática, para ello se utilizaron diversos métodos analítico-sintético, método inductivo-deductivo, El método histórico-lógico, Enfoque Sistemático estructural-funcional y el método de modelación, dando como resultado que la práctica de la interdiscipliniedad durante más de una década avalan su posibilidad, pertinencia y superioridad sobre un enfoque disciplinar y fragmentado. Estos se manifiestan en el desarrollo profesional y personal de los estudiantes, que aplican los conocimientos en las disciplinas de la Carrera, influyendo favorablemente sobre la calidad de su desarrollo y de sus resultados de los estudiantes y para su mejor logro, desempeño actual y una vez de graduado.

Palabras Claves: física, matemática, sistemas de tareas, TICs.

ABSTRACT

In the present work a brief description is made of how a system of Physics and Mathematics tasks can be applied in the computer science career, for this various analytical-synthetic methods, inductive-deductive method, the historical-logical method, were used, Systematic structural-functional approach and the modeling method, resulting in the practice of interdisciplinarity for more than a decade guaranteeing its possibility, relevance and superiority over a disciplinary and fragmented approach. These are manifested in the professional and personal development of the students, who apply the knowledge in the disciplines of the Career, favorably influencing the quality of their development and their results of the students and for their best achievement, current performance and once graduate.

Keywords: *physics, mathematics, task systems, ICTS.*

Recibido: 8/4/2021

Aceptado: 5/7/2021

En suma, queremos maestros hábiles y teóricos profundos, antes que eruditos indigestos y prácticos superficiales... No se concurre a los establecimientos para aprender todo lo aprendible, sino muy singularmente para aprender a estudiar y para aprender a enseñar.

José de la Luz y Caballero

INTRODUCCIÓN

Es preciso señalar que en esta modalidad por encuentro de la enseñanza de la Física y Matemática en la carrera de informática se requiere también, de un grupo de materiales que permitan garantizarle al estudiante las vías para lograr su autopreparación. Para ello resulta importante disponer de una orientación de estudio independiente, que se orienta en una bibliografía disponible, de guías de estudio y del uso de las TIC, entre ellas aquellas aplicaciones como las plataformas educativas, que permitan la comunicación de los estudiantes con el profesor y entre sí entre un encuentro y otro

(González y Márquez, 2019). No obstante, nuestra experiencia e indagaciones realizadas indican un casi inexistente aprovechamiento de las mismas en este sentido, sino fundamentalmente en el uso de presentaciones electrónicas durante el encuentro y resúmenes de contenidos, copiados por los estudiantes en el aula o en repositorios disponibles en algunas máquinas de las sedes.

La física como la ciencia natural que estudia y describe los fenómenos más generales de la naturaleza tiene que estar en la base de la formación de todos los ingenieros. Por otra parte, en cada caso particular tenemos que determinar su contenido, extensión, características para poder cumplir los objetivos en la formación de un Ingeniero Informático de perfil amplio.

Los docentes orientan a los estudiantes en algunas disciplinas, como Informática, Ingeniería de Software, y otras disciplinas de la carrera de informática. Sin embargo, forman parte importante del sistema de actividades o tareas de un curso de Física, diseñado y desarrollado para la formación interdisciplinaria de profesores de Física y Matemática.

La concepción de este sistema de tareas es que responda a la necesidad de la formación interdisciplinaria de profesores como una de las importantes premisas para que se produzcan los cambios que la educación contemporánea necesita, de manera que la supremacía del conocimiento fragmentado por las disciplinas sea sustituida por un «modo de conocimiento capaz de aprehender los objetos en su contexto, su complejidad y conjunto», enseñando «los métodos que permitan establecer las relaciones e influencias recíprocas entre las partes y el todo en un mundo complejo» (Morin, 2000, 2005), que le permitan al sujeto estar preparado para enfrentarlo y transformarlo, consciente de la unidad y complejidad del ser humano.

Un profesional de la docencia con una formación interdisciplinaria es aquel capacitado para realizar transferencias de contenido que le permitan resolver científica y holísticamente los problemas inherentes a su contexto de actuación profesional. (Cumerma, 2000)

El sistema de tareas con un enfoque interdisciplinar-profesional forma parte importante de una metodología basada en la interdisciplinaria como principio estructurante del currículo para la formación profesional (Cumerma, 2000). Resulta importante el criterio de que la solución de situaciones problemáticas y tareas prácticas son favorecidas «por un diseño curricular que ha incorporado a su sustancia más medular y organizativa la interdisciplinaria» (Fernández, 1994). Esta ventaja también es advertida por Taba H.

Para su diseño se consideraron las principales relaciones interdisciplinarias que se determinaron, en función de las ligaduras impuestas al programa. Fueron, *grosso modo*:

Mecánica. Fuerza centrífuga. Palancas. Campo gravitatorio. Trabajo y energía. Sistema ósteo-muscular. Influencia de la gravedad y de las grandes aceleraciones sobre los seres vivos. Aparato vestibular. Geotropismo de las plantas. Vuelos cósmicos.

Oscilaciones y ondas mecánicas. Ondas sonoras. Infrasonido y ultrasonido. Ecolocalización. Superposición. Resonancia. Efecto Doppler. Bioacústica.

Fluidos. Presión hidrostática. Ósmosis. Difusión. Tensión superficial. Capilaridad. Hidrodinámica. Viscosidad. Fenómenos de transporte. Circulación sanguínea. Tensión arterial.

Campo eléctrico. Intensidad de campo eléctrico. Diferencia de potencial eléctrico. Potencial de membrana en reposo. Generación y transmisión del impulso nervioso.

Campo magnético. Propiedades fundamentales. Biomagnetismo.

Ondas electromagnéticas. Espectro electromagnético. Influencia sobre los seres vivos. Fotosíntesis. Óptica. Reflexión. Refracción. Difracción. Transparencia. El ojo como instrumento óptico. Visión del hombre y de los insectos. Fototropismo. (Burke, 2003)

Leyes de conservación. Ley de conservación del momento lineal. Ley de conservación del momento angular. Ley de conservación de la energía. Locomoción de los animales. Metabolismo.

El trabajo de coordinación interdisciplinaria se extendió al resto de las disciplinas y asignaturas que tributan a la Carrera de Informática. De esta forma se determinó, por citar solo algunos ejemplos:

- Que la matemática abordara cualitativamente el concepto de gradiente de una función, necesario para explicar y aplicar conceptos como el de gradiente de velocidad en los fluidos (sistema circulatorio) y gradientes de concentración y de potencial (para el estudio de los fenómenos de transporte transmembrana);
- la contribución de la Física a las asignaturas del ciclo psicopedagógico
- la contribución de la Física al desarrollo, en los estudiantes, del lenguaje científico-técnico y de la lengua materna, en interacción con la asignatura correspondiente.

El enunciado de las tareas del sistema direcciona la ejecución de la relación interdisciplinaria entre la Física y la Informática y de ellas con el resto de las ciencias y la tecnología, así como la aplicación por los estudiantes de métodos de trabajo científico, incluido el docente, potenciando el método de trabajo interdisciplinario. El contenido está vinculado con los intereses cognoscitivos y profesionales de los estudiantes y exigen la participación comprometida de los mismos, basada en la

actividad investigativa orientada por el profesor (Márquez, Morris y Cumerma, 2020; Lima, 2010). Para diseñar el sistema de tareas interdisciplinar-profesional se consideraron, entre otros:

- las exigencias de la metodología interdisciplinar-profesional.
- los objetivos de la disciplina Física y Matemática derivados del modelo del profesional y la selección y secuenciación de los contenidos, las dificultades, que, como tendencia, se han manifestado en un buen número de *estudiantes del primer año* de la Carrera, producto de la aplicación del diagnóstico y de la observación durante más de 10 años durante el desarrollo de la Física para futuros profesores de Biología. (Cumerma, 1998)
- que el sistema de tareas abarque todas las formas de organización del proceso que se conciben para la educación superior.
- la interrelación coherente de las tareas y sus crecientes niveles de complejidad, para el desarrollo gradual de las habilidades de los estudiantes, desde la reproducción de conocimientos hasta la posibilidad de plantear y resolver problemas.
- que las tareas planteen situaciones problemáticas, fundamentalmente en el contexto de las relaciones interdisciplinarias. Estas tareas se resuelven mediante la integración de los contenidos, su aplicación y generalización.
- que durante su solución se generen la mayor cantidad posible de transferencias. «Es sabido que el aprendizaje resulta más eficaz cuando los hechos y los principios asimilados en un campo pueden ser relacionados con otro, especialmente si este conocimiento se aplica». (s/p)
- el carácter flexible del sistema y sus posibilidades de continuo perfeccionamiento.
- sus funciones para la evaluación y control de la actividad del estudiante, «como uno de los métodos más efectivos de comprobar cuán profundamente el estudiante comprende la asignatura, de verificar si su conocimiento es solo una acumulación de lo estudiado de memoria». (Kapitsa, 1985, s/p)
- la realización de seminarios integradores al finalizar cada tema de los que consta el curso Estos son ejemplos de verdadera síntesis interdisciplinaria realizada por los estudiantes, en los que desarrollan habilidades profesionales y métodos de trabajo interdisciplinario.

Entre los principales rasgos del sistema de tareas interdisciplinar-profesional están los siguientes:

- Tareas asequibles. De carácter cualitativo y con enunciados abiertos.
- Su realización requiere aplicar métodos del trabajo científico (formulación de hipótesis, acotamiento de problemas, el trabajo experimental, la utilización de modelos, el trabajo en colectivo, entre otros).
- Su solución requiere la integración, la generalización y la transferencia de los conocimientos, para la solución de problemas relacionados con la vida y con su futuro desempeño profesional.
- Permiten a los estudiantes adquirir una visión más amplia de la realidad.
- Revelan las relaciones interdisciplinarias entre las ciencias: conocimientos, métodos de investigación y de enseñanza, actitudes y valores.
- Revelan las relaciones ciencia-tecnología-sociedad. Propician abordar los aspectos axiológicos de las ciencias.
- Propician el análisis de aspectos de la didáctica de las ciencias.
- Familiariza a los estudiantes con los conocimientos de la ciencia de su futura profesión.
- Flexibilidad.

**¿Cómo se revela la interdisciplinariedad en el sistema de tareas y durante la solución de estas?
¿Cómo este contribuye a la formación interdisciplinaria de los futuros profesionales de la docencia?** Veamos algunos ejemplos.

Por la importancia que tienen para la lógica de trabajo del profesor de Matemática y Física, en la realización del sistema de tareas se presta especial atención a la discusión de los modelos y de los métodos de análisis de las distintas situaciones del objeto físico y cómo estos son utilizados por la Informática.

Materiales y Métodos

Para su estudio se utilizaron los siguientes métodos:

Método Analítico-Sintético: se utiliza para hacer el estudio de la bibliografía, la revisión de los documentos primarios que rigen la investigación y el procesamiento e interpretación de los resultados de la constatación inicial, sistemática y final de la variable objeto de estudio.

Método inductivo-deductivo: para llegar a conclusiones generales acerca del sistema de tareas, a partir de los hechos observados.

Método Histórico-lógico: se utiliza al identificar las tendencias en la utilización de las TIC en la enseñanza de Matemática III en la carrera de Informática. Este método posibilita problematizar sobre el objeto de estudio.

El Enfoque Sistemático estructural-funcional permite considerar los componentes del sistema de tareas mediante la integración de las TIC al proceso de enseñanza-aprendizaje y sus interrelaciones. y la interrelación entre ellos, la estructuración de los contenidos, así como la estructura de la propuesta didáctica. El método de modelación posibilita el diseño del sistema y de sus formas de implementación en la práctica.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Consideraciones directas para el informático en formación y una vez de graduado, haciendo énfasis a Universidad-Empresa

Competencias asignadas a la asignatura y su nivel de adquisición

Capacidad de resolución de problemas aplicando conocimientos de matemáticas, ciencias e ingeniería

Conocer el *software*, *hardware* y las aplicaciones existentes en el mercado, así como del uso de sus elementos, y capacidad para familiarizarse con nuevas aplicaciones informáticas. Conocimiento de los tipos apropiados de soluciones, y comprensión de la complejidad de los problemas informáticos y la viabilidad de su solución.

Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; cálculo diferencial e integral; métodos numéricos; algorítmica numérica; estadística y optimización.

Indicadores de logro de sus objetivos de la Física Matemática

Conocer las ideas matemáticas básicas que llevan a la construcción de algoritmos para resolver problemas de modelización de manera numérica.

Conocer los algoritmos habituales usados en la resolución de los problemas típicos que aparecen en computación numérica.

Capacidad para discernir las características de convergencia y eficiencia computacional de los métodos numéricos estudiados y sus implementaciones.

Capacidad para implementar adaptaciones de los algoritmos estudiados a problemas específicos

Aplicaciones Informáticas puras en su modo de actual en pregrado y una vez de egresado.

Analizar el Posicionamiento GPS

Introducción al problema

Interpolación de posiciones orbitales

Resolución de ecuaciones de posicionamiento

Algoritmos de recuperación de la información

Panorámica de modelos de motores de búsqueda

Motores de búsqueda: modelo de espacio vectorial, LSI

Algoritmos de búsqueda en la Web

Motores de búsqueda en la Web

Motor de búsqueda Google: algoritmo PageRank

Otros métodos de ordenación de páginas Web: algoritmos Hits, Salsa.

Las tareas promueven también el análisis y discusión de las razones por las que los métodos de análisis de la Física, como el energético y el gráfico, se encuentran entre las herramientas fundamentales para el estudio de los fenómenos biológicos. Se analiza a través de ejemplos concretos la aplicación de estos en el campo de las ciencias biológicas, fundamentalmente de aquellos que se estudian en las asignaturas de Matemática y Física de la enseñanza media (secundaria básica y preuniversitaria).

Mediante la realización de este sistema de tareas se va revelando a los estudiantes la relación existente entre distintos fenómenos o procesos de la realidad, aparentemente inconexos, por lo que resulta esencial el conocimiento de los conceptos, métodos y leyes científicas, unido a la posibilidad de integrarlos y aplicarlos, partiendo de una actitud crítica y reflexiva ante los problemas que se les planteen. Los estudiantes van desarrollando habilidades para realizar operaciones de análisis y de síntesis y de transferencias de contenidos.

Para resolver las tareas se familiarizan con los textos que utilizarán como profesores y durante su Carrera. Siempre que es oportuno se discute cómo las relaciones con la Física examinadas pudieran ser introducidas en la enseñanza aprendizaje de la Matemática y Física. En estos momentos los

estudiantes examinan las posibilidades de síntesis interdisciplinaria en el proceso enseñanza aprendizaje de la Informática en la escuela, asumiendo el rol de profesores.

Como ejemplos de lo anteriormente explicado, y sin pretender hacer una clasificación, se ofrece una caracterización de distintos tipos de tareas que conforman el sistema, seguidas de ejemplos.

- Valoración de la importancia y de las repercusiones de la Física y Matemática en el desarrollo del hombre y en su visión del mundo, en el desarrollo de las ciencias y en particular, de la Informática. Ej. Valore la importancia que tiene para el desarrollo del conocimiento del hombre, para la explicación de la realidad que lo rodea, y en particular para la Informática, el estudio de las leyes de las mismas. Exponga ejemplos concretos.
- Realización de ejercicios típicos de Matemática, que presentan distintas situaciones del objeto físico, cuya solución desarrolla habilidades para la aplicación de modelos y de métodos de la Física que son utilizados por la Informática a la hora de su programación en el centro que labore una vez de graduado. Ej. ¿Cuál de las gráficas de la figura se aproxima más a la velocidad en función del tiempo de una piedra que se arroja verticalmente al aire en el instante $t = 0$ y vuelve a tierra cuando $t = t'$?
- Búsqueda de la aplicación a la Informática de al menos uno de los conceptos, leyes, modelos o métodos estudiados en cada tema y la ficha bibliográfica correspondiente. Con esta información se trabaja en distintos momentos del curso, cuando se relaciona con otros conceptos o situaciones del objeto físico.

Ej. 1) Valores de velocidad en distintos procesos fisiológicos. 2) Investigue cómo se clasifican los fenómenos que se dan en Ingeniería de Software, atendiendo a los valores de la frecuencia del movimiento de los discos compacto.

- Análisis del tratamiento que hace la Informática al resolver algunos ejemplos y otras ciencias de determinados conceptos físicos, (velocidad, masa, trabajo, potencial, etcétera). Ej. Busque en la bibliografía de su especialidad el tratamiento dado al término trabajo y compárelo con el concepto dado por la Física. ¿Qué conclusiones puede sacar al respecto?
- Resolución de problemas de la vida y que están presentes en la programación de informática, que requieren de la aplicación de los conocimientos físicos. Ej. 1) ¿Por qué el cielo es azul? 2) Aplique la Primera Ley del Movimiento para explicar las razones por las que nos mareamos. 3)

¿Por qué los cosmonautas adoptan una posición semiacostada en el momento del lanzamiento de la nave?

- Valoración de la aplicación de métodos de la Física para la explicación de determinado contenido de la Informática en su modelación digamos por ejemplo en los equipos médicos. 1) Modelar problemas, que explica el trabajo realizado por los pulmones durante la respiración. 2) Explique los fundamentos físicos de algunos de los métodos aplicados para la medición de la velocidad de la sangre (ondulatorio y electromagnético), así como sus posibles ventajas y desventajas.
- Explicación o valoración de ejemplos de aplicación de la Física en el desarrollo y utilización de tecnologías avanzadas en distintas esferas de la actividad humana. Ej. Explique el uso del ultrasonido para la diagnosis y la terapéutica médicas y en la industria y otros.
- Valoración de las relaciones CTS en el contexto nacional e internacional y la presencia en estas de la Física y de la Biología. Ej. a) ¿Qué es la Imagenología? b) Relacione algunas de las técnicas que conforman esta rama de la investigación científica. Explíquelas brevemente c) Ponga ejemplos de su utilización en el campo de la Biología y/o de la medicina. d) ¿Qué avances puede mostrar Cuba en esta esfera?, entre otras disciplinas.
- Análisis de determinado descubrimiento o logro, científico o tecnológico, que promueve la discusión de los aspectos axiológicos de la ciencia contemporánea. Ej. 1) Discusión del significado que tiene la producción de la vacuna contra la hepatitis tipo B en nuestro país y su repercusión para la salud del pueblo y en el ámbito internacional. 2) Análisis del significado de la mercantilización de los descubrimientos científicos, como los de la Ingeniería Genética, tomando artículos publicados por la prensa nacional.

A medida que se avanza en el curso el cumplimiento de las tareas va relacionando los distintos conocimientos de la Física (relación intradisciplinaria), además de establecer la relación interdisciplinaria correspondiente. El grado de generalización va in crescendo hasta llegar a los seminarios integradores, que tienen lugar al final de cada unidad del curso. Al ir resolviendo las tareas planteadas, el estudiante se prepara para su intervención en los mismos, lo que constituye en sí otra tarea mucho más compleja.

En los seminarios integradores, relevantes ejemplos de síntesis interdisciplinaria, se persigue que se produzca la mayor integración y generalización posible de los contenidos, para lograr que el

estudiante realice la mayor cantidad posible de transferencias. «Un desarrollo tal puede esperarse solo en la medida en que el contenido se aprenderá y los procesos del aprendizaje estén pergeñados como para conducir a generalizaciones y formas de pensamiento fructíferas y a métodos de aplicación de éstas en un contexto nuevo».

Estos seminarios cumplen una importante función de retroalimentación y de control de la actividad de los estudiantes. En ellos se comprueban los conocimientos adquiridos, los niveles de integración y generalización alcanzados y la capacidad de los estudiantes para relacionarlos con su especialidad. Durante ellos se valora también el desarrollo en los estudiantes de habilidades, actitudes, valores y capacidades para el trabajo independiente.

La evaluación, tanto individual como la general del seminario y de la marcha del proceso enseñanza aprendizaje se hace mediante discusión colectiva y comprende también la actividad general del profesor. Debe notarse que la práctica interdisciplinaria implica el ejercicio de la pedagogía del diálogo.

El sistema de tareas precisó la elaboración de los correspondientes materiales docentes. La «Selección de tareas de Física para estudiantes de Biología» y la «Guía para los seminarios integradores» (Cumerma, 2000) lo conforman preguntas y problemas que fueron elaborados por el profesor de Física, con la colaboración ocasional de los profesores de Biología y de médicos o seleccionados de distintos textos, algunos de estos modificados en correspondencia con los objetivos y funciones del sistema de tareas interdisciplinar-profesional. Durante su continuo perfeccionamiento y actualización, se incluyeron situaciones problemáticas elaboradas por los estudiantes, puestos en el papel de profesores, en cumplimiento de una de las tareas opcionales propuestas.

Finalmente, para que se tenga una mejor idea de la aplicación en la práctica de la interdisciplinariedad, se describe sucintamente el desarrollo del sistema de tareas interdisciplinar-profesional en el tema Dinámica.

Al presentar el tema se discute su importancia para la Informática y la repercusión de las leyes de Newton en el desarrollo de la ciencia y del conocimiento del hombre sobre la naturaleza. Los estudiantes, cuando resuelven la primera tarea del tema, profundizan en este aspecto y se informan también sobre cuál es su relación con la enseñanza de la informática en la educación técnica y profesional. Se presentan y discuten las leyes de la dinámica, sobre la base de los conocimientos que de estas tienen los estudiantes. En estas se indica una de las tareas más simples del sistema, en la que

el estudiante debe establecer la relación de cualquiera de los conocimientos del tema con la Informática. Esta información debe acompañarse de la ficha bibliográfica. Se sugiere presentarla de la forma siguiente:

Concepto Aplicación a la Biología Bibliografía

Velocidad Velocidad del flujo sanguíneo A.C.Guyton.

En la aorta: 20-85 cm/s Tratado de Fisiología Médica.T.I

En arteria pulmonar: 36-69 cm/s Edit.P y Educación.

En capilares: 0,5-0,8 cm/s (La Habana, 1977, pp. 250-254)

Esta información se utilizará oportunamente en el resto de los temas, por ejemplo, en el tema Fluidos, para discutir la aparente paradoja de los valores de la velocidad de la sangre en la aorta y en los vasos capilares. Se retoma el concepto de velocidad, vinculándola también con los métodos para su medición en la sangre (invasivos o no), mediante Efecto Doppler o de la acción del campo magnético sobre los iones en la sangre, que los estudiantes deben investigar para resolver las tareas en los respectivos temas. Esto es uno de los ejemplos de la articulación de los conceptos, leyes, métodos y modelos en los distintos temas a lo largo de todo el curso (vinculación intradisciplinaria). Al analizar el modelo de partícula se plantea como tarea el siguiente problema: ¿Puede una célula, bajo ciertas condiciones, ser considerada una partícula? Los estudiantes formulan las posibles hipótesis y se discuten las posibles vías para obtener la respuesta.

Se les orienta la bibliografía de referencia y, preferiblemente, indagar entre los profesores de Biología, médicos u otros especialistas. Con esto se provoca que los estudiantes encuentren diferentes criterios, en dependencia de la fuente consultada y los confronten. Por ejemplo, aquellos que consulten a un fisiólogo tendrán una respuesta negativa y los que consulten a un técnico laboratorista obtendrán una respuesta positiva.

Las actividades también se pueden desarrollar en 3 etapas, incluyendo una introducción para contextualizar la situación y hacer uso de los conocimientos previos para comprender el problema a resolver, y luego una sesión de desarrollo para aplicar los conceptos y cálculos pertinentes del modelo matemático usando software especializado y en un contexto de uso de las TICs que posee el curso con el uso de la plataforma Moodle. Finalmente, las actividades de conclusión se enfocaron en la interpretación de resultados y análisis de ejemplos concretos de investigaciones y publicaciones

en los que se hizo uso de los conceptos matemáticos de estudio, todo esto mediante una discusión final en grupo.

Los resultados finales, con la evaluación de la apreciación de estudiantes al final de curso y la percepción docente, mostraron altos niveles de satisfacción respecto al uso de modelos en ejemplos concretos, lo cual solventa el problema planteado inicialmente por el estudiantado sobre el desconocimiento de aplicaciones concretas de los contenidos del curso a situaciones de la vida real o profesional. (Molina-Mora, 2017)

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos por la práctica de la interdisciplinariedad durante más de una década avalan su posibilidad, pertinencia y superioridad sobre un enfoque disciplinar y fragmentado (Cumerma, 2000). Estos se manifiestan en el desarrollo profesional y personal de los estudiantes, que aplican los conocimientos en las disciplinas de la Carrera, influyendo favorablemente sobre la calidad de su desarrollo y de sus resultados.

Los estudiantes demuestran que han desarrollado habilidades para aplicar lo aprendido, estableciendo relaciones interdisciplinarias y utilizando métodos de trabajo similares a los de la actividad científico-investigativa de la ciencia y de la docencia, así como formas de actuación profesionales que repercuten positivamente en el desempeño de su práctica docente.

En el plano motivacional, partiendo de expectativas negativas y de rechazo, se logra que los estudiantes consideren las actividades de Física como momentos idóneos para consultar sus inquietudes, comprobar explicaciones, aclarar puntos de vista, relacionados con las ciencias y con su enseñanza.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- Burke, Dave. (2003). An extensible c++ framework for stochastic differential equations. *Journal*, November, 21(11).
- 2- Cumerma, L. F. P. (2000). La formación interdisciplinaria de los profesores de ciencias. Un ejemplo en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la física. Doctor en Ciencia Pedagógicas, Ciudad de La Habana.
- 3- González, T. R. R. y Márquez, J. F. V. (2019). La clase encuentro: Experiencias desde una filial de ciencias técnicas. *Revista Cubana Educación Superior*, 38(2).

- 4- Kapitsa, P. (1985). Experimento, teoría, práctica. Paper presented at the Universidad 2020, V Simposio de Didáctica de las Ciencias Básicas, Ingeniería y Arquitectura.
- 5- Lima, A. D. V. (2010). *La investigación pedagógica otra mirada*. Camagüey.
- 6- Márquez, J. F. V.; Morris, R. B. y Cumerma, F. P. (2020). Integración de las tic en el proceso de enseñanza- aprendizaje de la matemática iii. Paper presented at the Universidad 2020, V Simposio de Didáctica de las Ciencias Básicas, Ingeniería y Arquitectura.
- 7- Molina-Mora, J. A. (2017). Experiencia de modelación matemática como estrategia didáctica para la enseñanza de tópicos de cálculo. *Uniciencia, Universidad Nacional*, 31(2).
- 8- Morin, E. (2000). *Los siete saberes necesarios a la educación del futuro*. Brasil: Editora Cortez-UNESCO.
- 9- Morín, E. (2005). *Por un pensamiento complejo. Implicaciones interdisciplinarias*. Universidad Internacional de Andalucía.

Conflictos de intereses

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.

Contribución de los autores

Jorge Félix valiente Márquez: Es parte de su tesis de Maestría y su contribución ha sido la investigación de todo lo referente al su resultado que es el sistema de tareas en la Física- Matemática originado producto de dicha Tesis.

Raquel Bermúdez Morris: Es la tutora principal del maestrante, su contribución está en la revisión de todo el documento y sobre todo los aspectos de la integración de las TICs como proceso en el modelo del profesional dentro del proceso enseñanza-aprendizaje.

Leopoldo Fernando Perera Cumerna: Es el Cotutor de la tesis su contribución es los fundamentos teórico-metodológicos sobre el sistema de tareas y las actividades en la plataforma Moodle.