



## ARTÍCULO ORIGINAL CUALITATIVO

# LA INTER Y TRANSDISCIPLINARIEDAD COMO ELEMENTOS CLAVE PARA EL MEJORAMIENTO DEL DESEMPEÑO PROFESIONAL PEDAGÓGICO DE LOS PROFESORES DE MATEMÁTICA EN LA CARRERA DE INGENIERÍA EN BIOINFORMÁTICA EN CUBA

## INTER AND TRANSDISCIPLINARITY AS KEY ELEMENTS FOR THE IMPROVEMENT OF THE PEDAGOGICAL PROFESSIONAL PERFORMANCE OF MATHEMATICS PROFESSORS IN THE ENGINEERING CAREER IN BIOINFORMATICS IN CUBA

Autores: Sandy Díaz Ramos,<sup>1</sup> Yoan Martínez Márquez,<sup>2</sup> Norberto Valcárcel Izquierdo,<sup>3</sup> Alejandro Antúan Díaz Díaz,<sup>4</sup> Addis Márquez Furet,<sup>5</sup> Antonio Suárez Cabrera.<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Licenciado en Matemática. CITEC. Universidad de las Ciencias Informáticas. Profesor Auxiliar. La Habana. Cuba. Correo Electrónico: [sandydr@gmail.com](mailto:sandydr@gmail.com)

<sup>2</sup>Licenciado en Educación. Especialidad Lengua Inglesa. Doctor en Ciencias de la Educación. Profesor Titular. Facultad 3. Universidad de las Ciencias Informáticas. La Habana. Cuba. Correo Electrónico: [yoanm@uci.cu](mailto:yoanm@uci.cu)

<sup>3</sup>Licenciado en Educación especialidad Física y Astronomía. Máster en Educación Avanzada. Doctor en Ciencias Pedagógicas. Profesor e Investigador Titular. Universidad de Ciencias Médicas de la Habana. La Habana. Cuba. Correo Electrónico: [norbertov@infomed.sld.cu](mailto:norbertov@infomed.sld.cu)

<sup>4</sup>Doctor en Medicina. Especialista de II grado. Doctor en Ciencias Pedagógicas. Profesor Titular. Decano de la Facultad de Ciencias Médicas "Manuel Fajardo". Universidad de Ciencias Médicas de la Habana. La Habana. Cuba. Correo Electrónico: [aadd@infomed.sld.cu](mailto:aadd@infomed.sld.cu)

<sup>5</sup>Licenciada en Enfermería. Facultad de Ciencias Médicas "10 de Octubre". Profesor. Auxiliar. Universidad de Ciencias Médicas de la Habana. La Habana. Cuba. Correo Electrónico: [amarquezf@infomed.sld.cu](mailto:amarquezf@infomed.sld.cu)

<sup>6</sup>Doctor en Medicina. Especialista en Angiología. Doctor en Ciencias de la Educación Médica. Profesor Titular. Investigador Agregado. Facultad de Ciencias Médicas "Victoria de Girón". Universidad de Ciencias Médicas de la Habana. Hospital Docente Clínico Quirúrgico "Joaquín Albarrán". La Habana. Cuba. Correo electrónico: [asuarezc@infomed.sld.cu](mailto:asuarezc@infomed.sld.cu)

### RESUMEN:

*Introducción:* una de las nuevas carreras surgidas con la implantación de los planes de formación E en Cuba es la Ingeniería en Bioinformática. Es una carrera que se presenta bajo la sombrilla de las Tecnologías de la Salud. Se precisa entonces definir los elementos que distinguen la disciplina de Matemática en esta carrera de las de otras ingenierías y técnicos medios superiores que se estudian en la Universidad de las Ciencias Informáticas. Esos elementos están altamente correlacionados con el trabajo inter y transdisciplinario que realiza y debe perfeccionar este colectivo de profesores para mejorar su desempeño profesional pedagógico. *Objetivo:* describir las implicaciones que existen entre la interdisciplinariedad y la transdisciplinariedad en el mejoramiento del desempeño profesional pedagógico de los profesores de la disciplina de Matemática en la carrera de Ingeniería en Bioinformática y su posible repercusión en el uso eficiente de las tecnologías de la salud en Cuba. *Desarrollo:* los modos de actuación definidos por la literatura internacional para un bioinformático, así como los definidos en el Plan de estudios de Ingeniería en Bioinformática en Cuba, establecen que este profesional posea



## ARTÍCULO ORIGINAL CUALITATIVO

conocimientos y habilidades matemáticas que el colectivo de profesores de esta disciplina puede fomentar con mayor intencionalidad y profundización a partir de seguir un comportamiento inter y transdisciplinar en su desempeño profesional pedagógico. *Conclusiones:* mediante un grupo de situaciones propuestas a partir de considerar los modos de actuación del ingeniero en Bioinformática se evidencia la necesidad del trabajo inter y transdisciplinario del colectivo de profesores de Matemática para mejorar su desempeño profesional pedagógico.

**Palabras clave:** *desempeño profesional pedagógico, interdisciplinariedad, transdisciplinariedad, Bioinformática, Matemática.*

### ABSTRACT:

*Introduction:* one of the new careers emerged in Cuba after the implantation of the Formation Plans named E is Bioinformatics Engineering. It is a career that is presented under the umbrella of Health Technologies. It is then necessary to define the elements that distinguish the discipline of Mathematics in this career from those of other engineering and higher-level technicians studied at the University of Computer Sciences. Those elements are highly correlated with inter and transdisciplinary work that performs and must perfect this collective of teachers in order to improve their pedagogical professional performance. *Objective:* describe the implications between interdisciplinarity and transdisciplinarity in the improvement of the pedagogical professional performance of the teachers of the Mathematics discipline in the career of Bioinformatics Engineering. *Development:* the performance modes defined by the international literature for a bioinformatics, as well as those defined in the Bioinformatics Engineering in Cuba, establish that this professional possesses knowledge and mathematical skills that the collective of professors of this discipline can promote with more intentionality and deepening from following an inter and transdisciplinary behavior in its pedagogical professional performance. *Conclusions:* through a group of proposed situations from considering the performance modes for the Engineering in Bioinformatics, it is evident the need of inter and transdisciplinary work for the collective of Mathematics professors in order to improve their pedagogical professional performance.

**Keywords:** *pedagogical professional performance, interdisciplinary, transdisciplinarity, Bioinformatics, Mathematics*

### INTRODUCCIÓN:

La Bioinformática, tal y como la define Fredj Tekaia, citado por Prakash S. Lohar en su libro del 2009, Bioinformatics, "constituye el conjunto de métodos matemáticos, estadísticos y computacionales que se utilizan para solucionar problemas biológicos usando secuencias de ADN, aminoácidos y la información relacionada".<sup>1</sup> Existen otras definiciones en la literatura especializada, solo en el texto de Prakash S. Lohar citado anteriormente se presentan al menos ocho. Este autor destaca que esto se debe a la diversidad de disciplinas cuya interacción dio lugar a la aparición de la Bioinformática y algunos de los especialistas de estas disciplinas se han aventurado a elaborar una definición, en donde por lo general se percibe una mirada centrada en su área. Prakash sin embargo deja bien claro que ninguna prevalece sobre las otras y que en esta diversidad es donde hay que buscar la unidad que resulta en la Bioinformática, además de ser una buena señal del amplio espectro de problemas que se pueden abordar desde esta joven disciplina.<sup>1</sup>

La Bioinformática es una ciencia transdisciplinar, en la que confluyen la Informática y ciencias como la Bioquímica, la Biología, la Química y la Física, entre otras. Se enfoca en la investigación, desarrollo y/o aplicación de herramientas informáticas para la solución de problemas biológicos, médicos o biotecnológicos, en general aquellos que impliquen la adquisición, almacenamiento, organización, análisis y visualización de datos químico-biológico-estructurales.<sup>2</sup>

Es por esto que, en el contexto de la nueva universidad innovadora cubana, la Bioinformática tiene un espacio como ciencia en esa rama de las Ciencias de la Educación Médica que según Columbié y otros se define como



## ARTÍCULO ORIGINAL CUALITATIVO

Tecnología de la Salud. Innegable es su contribución de manera determinante a la solución del problema salud-enfermedad a partir de un conjunto de saberes y procederes tecnológicos de la salud.<sup>3</sup>

Sin el desarrollo de la Bioinformática no es posible enfrentar actualmente proyectos que aspiren a desarrollar medicamentos y otros productos novedosos con una fuerte posición de patente y en un tiempo relativamente breve, y ello es imprescindible para poder colocar los productos nacionales en el mercado mundial. La demora de esta actualización tecnológica repercutirá en la eficiencia y la competitividad biotecnológica nacional.<sup>4</sup>

“Las Matemáticas y los datos biológicos tienen una fuerte relación, la información en este campo propone interesantes problemas para los cuales la teoría y métodos matemáticos proveen los modelos necesarios para su comprensión y la Biología valida estos modelos.”<sup>2</sup>

La carrera de Ingeniería en Bioinformática (IB) en Cuba, responde a la creciente necesidad en la Industria Biotecnológica, así como en las áreas de la investigación biomédica y agropecuaria, de profesionales idóneos, dotados de herramientas interdisciplinarias con base en la Biología molecular, la Química, la Informática y la Matemática; que posean competencias específicas de la Bioinformática con un enfoque desde la ingeniería del conocimiento, para apoyar el desarrollo biotecnológico, químico-farmacéutico, agropecuario y biomédico desde esta área del saber.<sup>2, 5-7</sup>

El centro rector de esta carrera en Cuba es la Universidad de Ciencias Informáticas (UCI), y actualmente donde único se imparte. En esta casa de altos estudios convive con otras dos formaciones: Ingeniería en Ciencias Informáticas (ICI) y el técnico medio superior de Administración de Redes y Seguridad Informática (ARSI). Los colectivos de asignatura en esta institución no están especializados en alguna de las carreras, sino que prestan servicios en todas. En cada una de ellas, la disciplina de Matemática tiene distintos alcances, ponderados por el objeto de la profesión, los modos de actuación de los futuros profesionales, los campos de acción, las esferas de actuación y las funciones profesionales. A su vez estos alcances se ven matizados por la relación de la Matemática con las otras disciplinas que forman el currículo de cada una de estas carreras.

Lo anterior implica una necesidad marcada de perfeccionar el desempeño profesional pedagógico (DPP) de los profesores que forman estos colectivos; en particular, los profesores de la disciplina de Matemática, como disciplina transversal de esta nueva carrera. Es justo entonces enfatizar el protagonismo que en este caso tienen la inter y transdisciplinariedad en el camino hacia un mejoramiento de ese DPP. Comprender todas las dimensiones que ellas envuelven en este contexto y poseer la habilidad de poder transmitir los saberes matemáticos desde esa perspectiva es un reto para el profesorado.

Teniendo en cuenta estos elementos se acota como objetivo del presente artículo: describir las implicaciones que existen entre la interdisciplinariedad y la transdisciplinariedad en el mejoramiento del desempeño profesional pedagógico de los profesores de la disciplina de Matemática en la carrera de Ingeniería en Bioinformática y su posible repercusión en el uso eficiente de las tecnologías de la salud en Cuba.

### DESARROLLO

Según los autores del Glosario de términos de la Educación Médica (GEM), el DPP se puede conceptualizar como el “Proceso desarrollado por un sujeto a través de relaciones de carácter social que se establece en la aplicación de métodos para el cumplimiento de su contenido de trabajo, en correspondencia con los objetivos de la actividad pedagógica profesional en que participa y el logro de un resultado que evidencia el mejoramiento profesional, institucional y social alcanzado; la atención a la educación de su competencia laboral y la plena comunicación y satisfacción individual al ejercer sus tareas con cuidado, precisión, exactitud, profundidad, originalidad y rapidez”<sup>8</sup> Esta definición también aparece en el Glosario de términos de la Educación Avanzada (GEA), en su versión del año 2010, lo cual evidencia la actualidad que le confieren los autores del GEM a la misma, cuatro años después.



## ARTÍCULO ORIGINAL CUALITATIVO

Recientemente en la UCI se desarrolló el curso “Desempeño profesional pedagógico de los profesores de Matemática en la Universidad de las Ciencias Informáticas”. Dentro de las actividades propuestas en él, se diseñó un grupo focal donde se incluyó a la mayoría de los profesores del colectivo de la disciplina de Matemática. Conducido por los docentes del curso, previa capacitación sobre las temáticas y conceptos relacionados, este grupo generó una conceptualización sobre DPP de los profesores de Matemática en la UCI. Se toma como base la definición recogida anteriormente en GEA y GEM y se actualiza y contextualiza en la siguiente:

Proceso desarrollado por el profesor de Matemática de la UCI, a partir del cumplimiento de sus funciones como docente universitario, haciendo un amplio uso de los avances pedagógicos y tecnológicos y en constante interacción con el resto de los profesores y estudiantes, para formar un profesional que se integre cada vez mejor al desarrollo e informatización de la sociedad cubana. Este desempeño implicará un alto grado de motivación por su superación y elevado nivel de responsabilidad y originalidad.

Nótese cómo esta actualización y contextualización comprenden el uso de las TIC, como elemento medular, de motivación para el estudiante y para el necesario manejo de problemáticas lo más cerca posible de las reales; todo ello a partir de las posibilidades que estas tecnologías brindan de realizar procesamiento de grandes volúmenes de datos en muy corto tiempo (piénsese en la duración de una actividad docente) o para establecer conjeturas que a posteriori y con más seguridad se comprueben analíticamente. Dicho escenario sitúa al profesor ante un reto pedagógico para con su desempeño.

Una característica de este DPP que no debe pasar desapercibida es la constante interacción con el resto de profesores y estudiantes. Con respecto a los primeros se abunda más adelante en este artículo. En relación con los estudiantes esta relación está dada por la necesidad de enfatizar y no olvidar el protagonismo que estos deben tener en el desarrollo de su proceso de enseñanza-aprendizaje.<sup>9</sup> Esto le permite al profesor generar un ciclo de rectificaciones inmediatas desde su rol de orientador y facilitador que redundan en un mejor DPP.<sup>10-11</sup>

Para un detallado estudio y mejoramiento del DPP de los profesores de Matemática de la UCI es viable descomponerlo en dimensiones que a posteriori sirvan para la construcción de indagaciones, tanto empíricas como teóricas,<sup>12</sup> en este caso evaluándose el cambio producido en el DPP. Una propuesta de descomposición es la siguiente:

Cognitiva, entendida operativamente como la manifestación del conocimiento pedagógico, expresado en el dominio de la enseñanza de la Matemática y su concreción en la carrera de Ingeniería en Bioinformática en la UCI.

Procedimental, cúmulo de conocimientos y habilidades relacionadas con el uso de las TIC y en particular las herramientas especializadas de la Matemática que permiten incorporar a estas de manera necesaria y natural al proceso de enseñanza y aprendizaje en la disciplina de Matemática.

Actitudinal, expresada como demostraciones concretas de la motivación, el desarrollo y el compromiso que cada profesional manifiesta con su desempeño profesional pedagógico.

Por otra parte, en el GEM se recoge el término interdisciplinariedad, haciendo alusión a cómo va siendo una tendencia de la segunda década del siglo XXI que los planes de estudios sean más integrados, tanto horizontalmente (a nivel de año o ciclo) como verticalmente (integración básico-clínica). En ellos se reconoce la interdisciplinariedad e incluso la transdisciplinariedad sobre la dispersión temática.<sup>13</sup>

Con respecto a lo anterior, Pérez y Setién reflexionan y sistematizan a partir de un análisis histórico-lógico los conceptos de inter y transdisciplinariedad (ITD), concluyendo que son dos vías que la ciencia ha identificado como necesidades en cuanto a formas de abordar los problemas de la compleja y totalizadora realidad. Estos autores destacan que no son vías antagónicas sino complementarias. En ellos, la interdisciplinariedad es vista



## ARTÍCULO ORIGINAL CUALITATIVO

como el abordaje desde varias disciplinas de un mismo problema donde cada una aporta sus conocimientos y utiliza sus métodos propios para afrontar la complejidad del mismo. Mientras, la transdisciplinariedad implica la posibilidad de ir más allá, teniendo en cuenta no solo los elementos o partes del problema que pueden estudiarse desde una comprensión disciplinar, sino las relaciones entre ellos. La transdisciplinariedad está entre las disciplinas, en las disciplinas y más allá de las disciplinas.<sup>14-15</sup> Algunos de los Investigadores que estudian estos conceptos y comparten las ideas expuestas anteriormente son: Isla,<sup>16</sup> Horruitiner,<sup>17</sup> Rúa,<sup>18</sup> Blanco,<sup>19</sup> Fiallo,<sup>20</sup> entre otros.

La educación superior, según la UNESCO, en su Declaración Mundial sobre la Educación Superior en el siglo XXI, tiene varias misiones al servicio de la sociedad. Se hace allí un marcado énfasis en que estas funciones se deben llevar a cabo principalmente mediante un planteamiento interdisciplinario y transdisciplinario.<sup>21</sup> En tal sentido González considera la interdisciplinariedad como un reto para la actual universidad.<sup>22</sup>

Dentro de la compleja estructura que comprende la Educación Superior, sin lugar a dudas, el contacto directo con la sociedad lo tiene el claustro de profesores, el cual tiene que ser capacitado para que provoque ese cambio demandado con un enfoque ITD. Un ejemplo claro es el hecho de que no siempre los profesores que conforman estos claustros tienen la formación pedagógica que le permiten organizar y dirigir el proceso educativo.<sup>23-24</sup> En el caso particular del colectivo de profesores de la disciplina de Matemática de la UCI, de un total de 33 solo 6 son graduados de carreras pedagógicas, menos del 20%.

### Retos ITD de los profesores de Matemática en la carrera de Ingeniería en Bioinformática en Cuba

En el Plan de estudios de la carrera de IB, en clara correspondencia con el desarrollo de esta ciencia en el mundo,<sup>25-29</sup> se establecen como modos de actuación y campos de acción de estos profesionales los siguientes:

#### Modos de actuación

- Aplicar las diferentes herramientas, métodos y flujos de trabajo establecidos en la Bioinformática, en especial las relacionadas con:
  - ✓ Anotación y manejo de datos del genoma y proteoma.
  - ✓ Análisis de secuencias y filogenético.
  - ✓ Estudios de la relación estructura-función en las biomoléculas y en agentes bioactivos.
- Realizar ingeniería del conocimiento en el área de las Ciencias de la Vida.
- Analizar datos de alta dimensionalidad y complejidad (contexto big data), con una concepción transdisciplinar.
- Resolver demandas del ciclo de vida de las aplicaciones bioinformáticas, lo que incluye:
  - ✓ analizar,
  - ✓ diseñar,
  - ✓ codificar y
  - ✓ dar mantenimiento a dichas aplicaciones.
- Liderar equipos de desarrollo de productos o servicios bioinformáticos, lo que incluye capacitar a los profesionales miembros del equipo.

#### Campos de acción

- Tratamiento computacional (adquisición, almacenamiento, organización, procesamiento, análisis y visualización) y modelación matemática de:
  - ✓ Datos de secuencias biológicas (Análisis de secuencias)



## ARTÍCULO ORIGINAL CUALITATIVO

- ✓ Datos, información y conocimiento de:
  - biología evolutiva y comparativa (Filogenética)
  - expresión genética y de proteínas (Genómica y proteómica)
- Estructuras y funciones de biomoléculas (Biología estructural y funcional)
- Sistemas biológicos (Biología de sistemas)
- Relaciones cualitativas y cuantitativas entre la estructura molecular y las propiedades de las moléculas (Diseño computacional de fármacos)

En esta diversidad de salidas para los ingenieros en Bioinformática, resulta fundamental la aplicación de los conocimientos matemáticos y las habilidades generales que desde esta disciplina pueden ser abordadas. La modelación matemática es especialmente útil en la Bioinformática pues permite simular la complejidad de los organismos vivos y comprender aspectos que de otra forma no se expresan trivialmente, por lo general para este propósito se utilizan ecuaciones y sistemas de ecuaciones diferenciales y simuladores digitales.

Otras de las muchas aplicaciones de la matemática en este campo es el estudio de tendencias, patrones, conexiones y relaciones en forma cuantitativa que permiten realizar descubrimientos importantes en los procesos biológicos en estudio, además de describir la dimensión de los genes, el tamaño de células, órganos y organismos completos.

Es necesario poseer conocimientos básicos de Álgebra Matricial para realizar minería de datos a partir de la utilización de tecnologías de la salud o bases de datos biológicas como GenBank mantenido actualmente por el National Center for Biotechnology Information (NCBI) o la base de datos del European Molecular Biology Laboratory (EMBL), por solo mencionar dos. Este tipo de Álgebra constituye una herramienta matemática importante para los egresados de esta carrera, por ejemplo, para el estudio del proceso de evolución de entes virales de importancia económico-social como son el Virus de la Inmunodeficiencia Humana (VIH), el virus de la Peste Porcina Clásica (PPC), el Dengue (VD) y el SARS-CoV-2 entre otros. También en análisis de mutaciones asociadas en el cáncer se utilizan algoritmos de optimización para extraer información a grandes volúmenes de datos.

De las 13 disciplinas de la carrera de IB, sin contar Actividad Profesional Investigativa, las dos a las que se les dedica más horas en el proceso docente es a Informática y Matemática en ese orden, duplicando en horas a las disciplinas que más tiempo se les dedica después de estas.

Es por todo lo anterior que se puede afirmar que la Matemática es una de las principales disciplinas que conforman la carrera de IB, que, como se mencionó previamente, no se puede estudiar o enseñar si no es con un enfoque transdisciplinar. Esto impone un reto al claustro de la disciplina de Matemática de esa carrera. Según la conceptualización realizada por el colectivo de profesores de la disciplina de Matemática de la UCI, su DPP debe contar con tres características que para los autores de este artículo son fundamentales. Estas son: 1) la amplia utilización de las TIC,<sup>30</sup> 2) la constante interacción con el resto de los profesores de las demás disciplinas y 3) el compromiso con formar un ingeniero que se integre al desarrollo de la informatización de la sociedad cubana.

Estas características imponen un actuar ITD. En la primera es bastante clara su íntima relación y el propósito de sus aportes a disciplinas como Informática, Bioinformática y Quimioinformática.

En el caso de la Informática algunos de los elementos que conforman su objeto de estudio son el análisis, diseño, desarrollo, prueba, implantación y mantenimiento de sistemas y algoritmos para bioinformática. La Bioinformática es la disciplina integradora desde la perspectiva teórica de esta carrera y su núcleo de conocimiento son las herramientas computacionales desarrolladas con un enfoque físico-químico-matemático para



## ARTÍCULO ORIGINAL CUALITATIVO

la solución de problemas en la Biología. La Quimioinformática propone tres núcleos de conocimiento, dos de ellos son los siguientes:

- ✓ El desarrollo de modelos matemáticos basados en técnicas de estadística avanzada e inteligencia artificial para describir relaciones entre la estructura química y las propiedades de las sustancias.
- ✓ El análisis visual de problemas estructurales y de las soluciones propuestas, acompañado de la interpretación y divulgación mediante gráficos de los resultados.

O sea, esa amplia utilización de las TIC se debe abordar desde dos perspectivas. Por una parte, fortalecer el trabajo desde la matemática en sí y de otra, tributar hacia los núcleos de conocimiento de estas otras disciplinas. Estas dos perspectivas no deben ir en sentidos opuestos, sino que la primera debe constituir el cimiento sobre el que va a descansar la segunda. Entonces, es imprescindible que el profesor de Matemática en su DPP siga un enfoque ITD como principal vía para materializar los objetivos propuestos en el Plan de estudios.

Es a partir del conocimiento de estos núcleos que se reafirman las tres dimensiones en las que se estructuró el DPP y cómo estas ayudan a comprender la importancia, en este contexto, del enfoque ITD. La Cognitiva, a partir de la necesidad del dominio de la enseñanza de la Matemática como base para poder traspasar las fronteras de esta disciplina y lograr la combinación de los métodos y procedimientos matemáticos con los métodos y procedimientos de otras disciplinas para abordar problemas complejos lo más cercanos a la realidad posible, contextualizada esta realidad a los modos de actuación, campos de acción, esferas de actuación y funciones profesionales de los futuros Ingenieros en Bioinformática. A partir de esto, se hacen visibles las dimensiones Procedimental y Actitudinal. Esta última es palpable debido a los esfuerzos que impone para los profesores de este claustro el complejo reto de mejorar su DPP.

La segunda característica del DPP fija las pautas para la auto-preparación del profesor de Matemática en el contexto tratado, en constante interacción con el resto de los docentes de las otras disciplinas, lo que viene a complementar al hecho de que su DPP tenga un enfoque ITD.

La integración al desarrollo de la informatización de la sociedad cubana del egresado de IB es un compromiso que apunta al abordaje de problemas lo más cercanos a la realidad donde el estudiante pueda apreciar la utilización de las herramientas que le brinda la disciplina de Matemática a partir de afrontar integralmente la solución de estos. En este sentido es imprescindible el uso eficaz y seguro de las tecnologías biomédicas.<sup>31-32</sup> Esta tercera característica debe evidenciarse más en el ciclo pre-profesional de esta carrera, a partir del quinto semestre.

El ciclo pre-profesional propone un tipo mixto de organización, de carácter modular-disciplinar, a diferencia del ciclo de formación básica que es puramente disciplinar. Esto es debido a la propuesta de módulos que debe cursar el estudiante y que, como estrategia para tener una actualización constante a partir del desarrollo biotecnológico alcanzado, no son cerrados. Significa que en el Plan de Estudios se especifica la estructura de estos módulos, pero no se fijan las características de cada uno en el contexto de su ejecución. Cada módulo está constituido por un Proyecto de Investigación y Desarrollo que presenta un objeto de transformación que deriva en su problema eje. Como exigencia del propio Plan y la naturaleza de cada módulo se debe asegurar el carácter transdisciplinar de estos problemas eje.

Ese carácter transdisciplinar y otras características propias de la estructura de cada módulo involucra tanto a los profesores de la disciplina de Matemática, como a los del resto de las disciplinas en la preparación de estos proyectos y problemas ejes. Solo a partir de un enfoque que aúne todas las disciplinas en la propuesta de este problema y demande la comprensión de cómo fragmentar esta problemática para su abordaje desde estas disciplinas y las relaciones que se establecen entre estos fragmentos para su mejor resolución, se puede llevar a la práctica lo descrito en el Plan de Estudios.



## ARTÍCULO ORIGINAL CUALITATIVO

Por todo lo antes expuesto queda evidenciado que no se puede obviar a la hora de hablar de mejoramiento del DPP de los profesores de Matemática de la UCI, el enfoque ITD que debe seguir este claustro al organizar y dirigir el proceso de enseñanza-aprendizaje.

### CONCLUSIONES:

El desempeño profesional pedagógico ha sido objeto de investigación desde hace muchos años. En Cuba, en particular, hay muestras de definiciones para ello. Sobre todo, por los investigadores que estudian y practican la Educación Avanzada y las Ciencias de la Educación Médica. Específicamente una de las disciplinas y carreras más jóvenes en Cuba dentro de las biomédicas es la Ingeniería en Bioinformática. La Matemática es una de las disciplinas en que se sustentan los modos de actuación de esta carrera. La comunidad científica internacional está de acuerdo con que esta esta joven disciplina (Bioinformática) y por tanto la carrera surgen a partir de la mezcla organizada de saberes de muchas disciplinas y solo siguiendo un enfoque inter y transdisciplinar se puede formar un especialista que esté a la altura de los avances tecnológicos de los últimos años y sus aplicaciones en las ciencias biomédicas.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. Lohar P S. Bioinformatics. New Delhi: MJ Publishers; 2009.
2. Plan de estudios de la carrera de Ingeniería en Bioinformática. Publicado en la intranet de la Universidad de las Ciencias Informáticas, (1ro de octubre de 2016).
3. Columbié M, Ramos V, Lazo M. A, Moranse E, Solís S. y González T. R. A PROPÓSITO DE LA NUEVA UNIVERSIDAD INNOVADORA EN TECNOLOGÍA DE LA SALUD, La Habana. Revista Cubana de Tecnología de la Salud. ISSN: 2218-6719 RNPS: 2252, 2018; 9(3).
4. Valdivia J. y Febles J. Reflexiones y perspectivas. Actas del primer Congreso Internacional de Bioinformática; 2004; La Habana, Cuba. Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud; 2004. Vol. 12.
5. Valcárcel N, Porto A. G, Rodríguez C. R, Cruz M, Molina Y y Rodríguez Y. Educación Médica: origen y evolución como ciencia, La Habana. Revista Cubana de Tecnología de la Salud. ISSN: 2218-6719 RNPS: 2252, 2019; 10(1).
6. Valcárcel N. Epistemología de las Ciencias de la Educación Médica. Editorial de Ciencias Médicas. La Habana; 2020.
7. Mendoza H, Valcárcel N, Martínez J. A, Oramas R, Ávila M, Lazo M. A, et al. Apuntes para el Mínimo de Ciencias de la Educación Médica. Editorial de Ciencias Médicas. La Habana; 2020.
8. Glosario de términos de la Educación Médica. Cuba: Material Docente. Universidad de Ciencias Médicas de La Habana; 2014. Desempeño profesional pedagógico; p. 26.
9. Rodríguez C.R. y Cabrera Nereyda. Los métodos de enseñanza en el proceso docente educativo de la Educación Médica. En: Valcárcel N. y Díaz A. A. (comps.) Epistemología de las Ciencias de la Educación Médica; 2019. pp. 301-314.
10. Páez V. S. La Didáctica de la Educación Superior y la formación profesional ante los retos del siglo XXI [internet]. La Habana: Educación Cubana; 2017 [Consultado: 2020 marzo 30]. Disponible en: <http://www.ucpejv.edu.cu>
11. Valcárcel N. La excelencia académica. Editorial. Gráficas JiVas. La Paz. Bolivia. 2016.
12. Añorga J, Valcárcel N. y Che J. La parametrización en la investigación educativa. [internet] 2008. Jul-Dic, n.o 47. [Consultado: 12 de diciembre de 2019]: [9 pp.]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=360635567005>
13. Glosario de términos de la Educación Médica. Cuba: Material Docente. Universidad de Ciencias Médicas de La Habana; 2014. Interdisciplinariedad; p. 63.
14. Garrafa V. Multi-inter-transdisciplinariedad, complejidad y totalidad concreta en bioética. 2004. Disponible en: <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libro>





## ARTÍCULO ORIGINAL CUALITATIVO

[s/4/1666/9.pdf&ved=2ahUKEwixloban83pAhVEhuAKHbGYAd8QFjAAegQIARAC&usg=AOvVaw3B6nbf-XqXRz0dbpNBN6BY](#) [Consultado: 18 de mayo de 2020].

15. Pérez N.E y Setián E. La interdisciplinariedad y la transdisciplinariedad en las ciencias. Una mirada a la teoría bibliológico-informativa. ACIMED [Internet]. 2008 Oct; 18(4). Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1024-94352008001000003&lng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94352008001000003&lng=es) [Consultado: 22 de mayo 2020].
16. Isla Vilachá I. La formación de valores desde la docencia universitaria [Internet]. Brasil: OEI; 2015. Disponible en <http://www.oei.es/valores2/isla.htm> [Consultado: 15 de mayo 2020].
17. Horruitiner P. El proceso de formación. Sus características. Revista Pedagogía Universitaria. 2007; XII (4): pp. 5-8.
18. Rúa M. Interdisciplinariedad en el currículo de las ciencias sociales. La Habana: Editorial Academia de las FAR; 2000.
19. Blanco O, Díaz L. y Cárdenas M. El método científico y la interdisciplinariedad en el abordaje del análisis de la situación de salud. Educación Médica Superior [revista en Internet]. 2011. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-21412011000200003&lng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21412011000200003&lng=es) [Consultado: 25 de abril 2020]; 25 (2).
20. Fiallo J. La interdisciplinariedad en la escuela: Un reto para la calidad de la educación. La Habana: Pueblo y Educación; 2001.
21. UNESCO. Declaración Mundial sobre la Educación Superior en el Siglo XXI: Visión y acción y Marco de acción prioritaria para el cambio y el desarrollo de la Educación Superior Aprobados por la Conferencia Mundial sobre la Educación Superior [Internet]. 1998. Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0011/001163/116345s.pdf> [Consultado: 15 de mayo 2020].
22. González T. La interdisciplinariedad: un reto para la universidad actual. Revista cubana de Tecnología de la salud. ISSN: 2218-6719. RNPS. 2252; 2017; (8)1.
23. Herrero E. y Valdés N. Problemas actuales de la Pedagogía y la formación del profesional universitario. La didáctica en el contexto de las Ciencias Pedagógicas. En: Collazo R y Herrero E (compiladores) Preparación Pedagógica para Profesores de la Nueva Universidad Cubana. La Habana: Editorial Universitaria Félix Varela; 2017. pp. 3-20.
24. Lazo A, Valcárcel N. y González T. R. Modelo de superación con enfoque interdisciplinario en Tecnologías de la Salud. Revista cubana de Tecnología de la salud. ISSN: 2218-6719. RNPS. 2252; 2016; (6)2.
25. Banaganapalli B. y Shaik N. Introduction to Bioinformatics, Volume I. En: Shaik N.A., Hakeem K.R., Banaganapalli B y Elango R (editores) Essentials of Bioinformatics. India, Hyderabad: Springer; 2019. pp. 1-18.
26. Attwood T, Pettifer S. y Thorne D. Bioinformatics challenges at the interface of biology and computer science: Mind the Gap. Manchester, UK: John Wiley and Sons, Ltd; 2016.
27. Lohar P S. Biotechnology. New Delhi: MJP Publishers; 2017.
28. Fernández-Riverola F, Rocha M, Mohamad M, Zaki N. y Castellanos-Garzón J. (eds.) Practical Applications of Computational Biology and Bioinformatics, 13th International Conference. Switzerland: Springer; 2020.
29. Pérez-Sánchez H. (ed.) Bioinformatics. Croatia: InTech; 2012.
30. González A. D. y Lescaille N. Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones aplicadas al proceso enseñanza aprendizaje. Revista cubana de Tecnología de la salud. ISSN: 2218-6719. RNPS. 2252; 2018; (8)1.
31. Ramos V, Cabello S, Escalona V, Williams E, González Y. y Ortiz J. Perspectiva de Tecnología de la Salud, como proceso formativo de la Educación Médica. Revista cubana de Tecnología de la salud. ISSN: 2218-6719. RNPS. 2252; 2019; (10)1.
32. Lazo M. A, Columbié M, Eggart A. P, Morales M. P, Llosa M. La gestión académica integral desde los procesos de Ciencia e Innovación Tecnológica. Revista cubana de Tecnología de la salud. ISSN: 2218-6719. RNPS. 2252; 2019; (10)3.



[www.revtecnología.sld.cu](http://www.revtecnología.sld.cu)

## ARTÍCULO ORIGINAL CUALITATIVO


### Carta de declaración del autor o de los autores

La Habana, 17, junio, 2020

Dirigido a: Editora Ejecutiva de la RCTS

A continuación, le anexamos los datos relacionados con la declaración del autor o los autores del trabajo titulado: "La inter y transdisciplinariedad como elementos clave para el mejoramiento del desempeño profesional pedagógico de los profesores de Matemática en la carrera de Ingeniería en Bioinformática en Cuba"

Enviado a la sección de la revista: Artículo Original Cualitativo

El trabajo no ha sido enviado simultáneamente a otra revista: Si ___ No <input checked="" type="checkbox"/>	El trabajo es original e inédito: Si <input checked="" type="checkbox"/> No ___
Los autores ceden los derechos de publicación a la Revista Cubana de Tecnología de la Salud: Si <input checked="" type="checkbox"/> No ___	Existe <b>conflicto de interés</b> entre los autores: Si ___ No <input checked="" type="checkbox"/>
<b>Novedad científica, aporte a la ciencia o importancia</b> de esta publicación: En el presente artículo se presenta una contextualización sobre el desempeño profesional pedagógico, en este caso de los profesores de la disciplina de Matemática de la carrera de Ingeniería en Bioinformática. Además, se precisan tres dimensiones en las que se puede descomponer este desempeño. Se analizan los elementos que sugieren utilizar un enfoque inter y transdisciplinar, teniendo en cuenta la forma en que surgió tanto la disciplina de Bioinformática como la carrera de Ingeniería en Bioinformática. Finalmente se presenta un análisis sobre cómo influye este enfoque en el mejoramiento del desempeño profesional pedagógico de este grupo de profesores. En estos aspectos está el principal aporte de este trabajo.	
Cuál es la <b>contribución</b> de esta publicación a las bases epistémicas de <b>Tecnología de la Salud</b> Como parte de las Ciencias de la Educación Médica, el uso del enfoque inter y transdisciplinar para mejorar el desempeño profesional pedagógico de los profesores de Matemática de la carrera de Ingeniería en Bioinformática derivará en la formación de un mejor Ingeniero, apto para enfrentarse a los desafíos que impone la salud pública cubana.	
Esta investigación es una salida de proyecto de investigación: Si ___ X ___ No ___	
<b>Contribución como autoría</b>	<b>Nombre de los Autores</b>
Contribuciones sustanciales para la concepción o el diseño del trabajo.	Todos los autores
Adquisición, análisis o interpretación de datos.	
Creación de nuevo software utilizado en el trabajo.	
Ha redactado el trabajo o ha realizado una revisión sustancial.	Todos los autores
Aprobó el envío de la versión presentada (y cualquier versión sustancialmente modificada que implica la contribución del autor para el estudio).	Todos los autores
Traducción de título y resumen	Todos los autores
Otras contribuciones (Cuál)	
Todos los autores están de acuerdo con ser personalmente responsables de las propias contribuciones y las de los autores y garantizan que las cuestiones relacionadas con la precisión o integridad de cualquier parte del trabajo, incluso en las cuales el autor no estuvo personalmente involucrado, fueron adecuadamente investigadas, resueltas y la resolución fue documentada en la literatura: Si <input checked="" type="checkbox"/> No ___	
Todos los autores están de acuerdo con la versión final de la publicación: Si <input checked="" type="checkbox"/> No ___	
Todos los autores garantizan el cumplimiento de los aspectos éticos de la investigación y de publicación científica, así como de la bioética: Si <input checked="" type="checkbox"/> No ___	
<b>Fecha de Recibo:</b> 17 de junio del 2020 <b>Fecha de Aprobación:</b> 4 de noviembre del 2020	
 <p>Este obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.</p>	