

El mejoramiento del desempeño profesional pedagógico de los profesores de Matemática de la Universidad de Ciencias Informáticas: una demanda social

Improving the Pedagogical Professional Performance of Mathematics Teachers at the University of Informatics Sciences: A Social Demand

Dr. Sandy Díaz Ramos

Universidad de las Ciencias Informáticas
Cuba

 0000-0002-8440-5974

sdiaz@uci.cu

MSc. Yalice Gámez Batista


Universidad de las Ciencias Informáticas
Cuba

 0000-0001-8832-439X

yaliceg@uci.cu

Dr. Yoan Martínez Márquez

Universidad de las Ciencias Informáticas
Cuba

 0000-0002-1741-3413

yoanm@uci.cu

Dr. Norberto Valcárcel Izquierdo

Universidad de las Ciencias Médicas de La Habana
Cuba

 0000-0001-9252-6306

norbertov@infomed.sld.cu

Fecha de enviado: 22/02/2021

Fecha de aprobado: 15/06/2021

RESUMEN: Esta contribución presenta las exigencias sociales que demandan del mejoramiento del desempeño profesional pedagógico de los profesores de Matemática de la Universidad de las Ciencias Informáticas. Los principales retos que impone el bloqueo norteamericano al sistema educacional cubano hacen que, para generar una enseñanza de calidad, se enfatice en ofrecer una formación, tanto básica como continua, a los profesores, que permita compensar las carencias materiales. Aquí se muestran las exigencias sociales que demandan el desarrollo de la industria biotecnológica cubana; en particular, la necesidad de contar con personal especializado en Bioinformática, lo que propició la apertura de la carrera de Ingeniería en Bioinformática. Una de las disciplinas de mayor importancia en esta carrera es Matemática. Finalmente, se presentan los resultados de un diagnóstico sobre el desempeño profesional pedagógico realizado a los profesores de esta disciplina en la Universidad de Ciencias Informáticas, que evidenció la necesidad de trabajar en su mejoramiento.

PALABRAS CLAVE: desempeño profesional pedagógico; bioinformática; sociedad.

ABSTRACT: This contribution presents the social imperatives that demand the improvement of the pedagogical professional performance of the professors of Mathematics in the University of Informatics Sciences (UCI). The main challenges imposed by the North American blockade on the Cuban educational system mean that to generate quality teaching, the emphasis is on offering both basic and continuous training to teachers that allows them to compensate for material deficiencies. The social demands that require the development of Cuban biotechnology are shown. In particular, the need to have specialized personnel in Bioinformatics, which led to the appearance of the Bioinformatics Engineering career. Mathematics is one of the most important disciplines in this career. Finally, the results of a diagnosis on the pedagogical professional performance made to the professors of this discipline at the University of Informatics Sciences are presented, evidencing the need to work on its improvement.

KEYWORDS: pedagogical professional performance; bioinformatics; society.

El sistema educacional cubano y los principales retos que impone el bloqueo norteamericano

En su artículo 73, en el capítulo sobre los derechos, la Constitución de la República de Cuba plantea (Asamblea Nacional del Poder Popular, 2019):

La educación es un derecho de todas las personas y responsabilidad del Estado, que garantiza servicios de educación gratuitos, asequibles y de calidad para la formación integral, desde la primera infancia hasta la enseñanza universitaria de posgrado.

El Estado, para hacer efectivo este derecho, establece un amplio sistema de instituciones educacionales en todos los tipos y niveles educativos, que brinda la posibilidad de estudiar en cualquier etapa de la vida de acuerdo con las aptitudes, las exigencias sociales y las necesidades del desarrollo económico-social del país.

En la educación tienen responsabilidad la sociedad y las familias [...] (p. 6)

Se establece así ese derecho condicionado por las necesidades sociales del país, contextualizadas a los entornos locales de cada región o localidad. En una reciente sistematización de los diferentes procesos de perfeccionamiento en los que ha estado inmerso el sistema de educación cubano (Jiménez & Verdecia, 2019, p. 91), se destaca su contextualización como una característica fundamental del nuevo currículo. Al decir de Núñez (2018), esto propicia un encuentro más fértil e intenso entre universidad y sociedad.

Las necesidades sociales surgen espontáneamente por la acumulación de problemáticas que se van nucleando en la frontera del conocimiento del ser humano y esta acumulación las convierte en exigencias sociales

que debe satisfacer el propio individuo armado de sus valores y conocimientos. En el caso cubano, el Gobierno, acompañado por sus instituciones, trabaja continuamente para propiciar nexos entre estas exigencias y sus posibles soluciones. Para ello se sigue la máxima de que «la gestión de Gobierno debe favorecer que la ciencia cumpla con las funciones sociales que el desarrollo demanda» (Díaz-Canel & Núñez, 2020, p. 5).

Un obstáculo en la respuesta a esas exigencias sociales lo constituye el bloqueo del Gobierno de Estados Unidos de América a Cuba. Este induce la necesidad al pueblo cubano de ser sustentable, resiliente y proactivo. En particular en la esfera educacional, que tantas implicaciones tiene para y con la sociedad. Las principales dificultades que imponen estas medidas unilaterales son (Ministerio de Relaciones Exteriores de Cuba, 2019; Asamblea General de las Naciones Unidas, 2020):

- Acceso limitado a bibliografía especializada.
- Acceso limitado a tecnologías de la información y las comunicaciones, con las que el resto del mundo interactúa constantemente y sobre las que están montados en muchos países sistemas educacionales completos.
- Limitaciones de movilidad y acceso a becas, tanto de estudiantes como de profesores, para el necesario intercambio de experiencias y la superación.
- Limitaciones en la adquisición de materiales de laboratorio y otros, que permiten desarrollar las competencias necesarias en los futuros profesionales.
- Ingresos dejados de percibir por servicios brindados o proyectos en curso con instituciones extranjeras.

Los retos para sortear tales dificultades resultan muy variados y variables, por lo que:

Se necesita de una escuela con métodos renovados, realmente desarrolladores, donde todos sean protagonistas, y se sientan incluidos y participantes en igualdad de condiciones. Se necesita de una escuela diferente, una escuela donde el estudiante aprenda a aprender, a pensar, a crear, a reflexionar, a debatir, a discernir, a apropiarse y a construir un nuevo conocimiento, cercano a su tiempo y a sus intereses, sin dejar de lado los colectivos. (Jiménez & Verdecia, 2019, p. 95)

Sobre la calidad de la enseñanza y la formación de los profesores de Matemática

Guzmán (2011), en una sistematización realizada sobre la calidad de la enseñanza en educación superior, plantea que a «[...] nivel mundial los sistemas de educación superior están siendo sometidos a fuertes presiones para elevar la calidad de su enseñanza hasta el punto que esta se ha convertido en su prioridad estratégica» (p. 130).

Más adelante, en la misma publicación, el autor, al referirse a las preocupaciones sobre las habilidades alcanzadas por los estudiantes, expresa:

Si bien pueden retener gran cantidad de información o logran conocer las fórmulas, no saben dónde ni cuándo aplicarlas, o son incapaces de integrar y dar sentido a lo que han revisado. Otro punto de preocupación, sobre todo si se desea que sean personas autorreguladas y sepan aprender a aprender, es que muchos de ellos no tienen conciencia de su ignorancia, mucho menos de lo que tendrían que hacer para remediarla; es decir, “no saben que no saben”. (Guzmán, 2011, p.131)

Lo anterior muestra que los propósitos se asemejan poco a los resultados. En la búsqueda de revertir la contradicción que da lugar a esto, el papel del profesor resulta crucial.

En el propio trabajo, Guzmán (2011) afirma que «los cambios fundamentales en la calidad de la enseñanza en educación superior son poco probables de ocurrir sin una modificación de las concepciones que, sobre la enseñanza, tienen los profesores» (p. 132).

Los profesores de Matemática, en particular, también tienen la responsabilidad de transformar sus ideas sobre la enseñanza, a la par de los cambios que sobre la concepción de esta última se producen. Estos están condicionados por la propia evolución del hombre como ser social y su constante interacción con el medio ambiente, del cual forma parte.

Según Gellert (2005), al abordar las diferencias entre lo teórico y lo práctico con respecto a la formación docente en el ámbito matemático, existe una perspectiva europea y global donde se distinguen analíticamente cuatro ejes o aproximaciones a la formación escolar de las matemáticas:

- El eje de la matemática académica: [...] analizar y seleccionar los conceptos y las ideas fundamentales de las matemáticas académicas y reducirlas didácticamente para poder enseñarlas. [...] Los contextos extra-matemáticos sirven meramente de punto de partida hacia los conceptos y las estructuras matemáticas y no tienen valor en sí mismos.
- El eje de la cultura efectiva: [...] identificar las habilidades matemáticas que el ciudadano común y corriente utiliza en su vida. [...] Así se reducen las matemáticas escolares a una herramienta para sobrevivir social y profesionalmente.

- El eje de la cultura intelectual: [...] se considera a las matemáticas como bienes culturales o patrimonio cultural [...] que simplemente hay que conocer. [...] interesan sobre todo la historia y el desarrollo de las matemáticas como la pura belleza de las creaciones matemáticas.
- El eje de la reflexión crítica: [...] la finalidad de esta aproximación consiste en revelar las matemáticas implícitas en tecnologías sociales, económicas y científicas, para identificar planteamientos y consecuencias — y, sobre todo, intereses detrás— de modelos matemáticos. [...] Resulta este eje esencialmente interdisciplinario. En las prácticas matemáticas escolares correspondientes no existen situaciones extra-matemáticas ya que son exactamente las tecnologías sociales, económicas y científicas que definen nuestro entorno.

Estas cuatro aproximaciones a la formación matemática tienen su fundamento en diferentes teorías educacionales. Cada teoría normativa de las matemáticas escolares consiste en una mezcla particular de los cuatro modos de conceptualizar didácticamente las matemáticas. La particularidad reside en las diferentes circunstancias en que cada teoría normativa de la matemática escolar se desarrolla y al alumnado específico al que se dirige. Las supuestas necesidades de ese alumnado influyen en el mecanismo mediante el cual se atribuye más importancia a un eje que a otro (Gellert, 2005).

Nueve años después, el propio Gellert, en un desarrollo posterior de la misma argumentación de 2005, reafirma que, sin intención de resumir la cantidad de investigaciones internacionales sobre la formación del docente en Matemática, se

identifica en estas tres regularidades lo siguiente (Gellert, 2014):

- «La formación inicial del profesorado se vuelve más reflexiva si se dirige explícitamente hacia la práctica escolar.
- La formación inicial es más efectiva si los aspirantes a profesores aprenden las matemáticas universitarias de manera similar a la que uno considera que sería deseable como práctica escolar.
- La formación continua necesita desarrollar una perspectiva teórica desde la que sea inteligible (y practicable), lo que significa una mejora de la enseñanza de las matemáticas en el aula». (p. 70)

Estas develan características y necesidades que sirven de base para investigaciones y proyecciones para la formación de los profesores de Matemática.

No pocas de las investigaciones se ocupan de sintetizar las competencias que deben poseer los profesores de Matemática. En este sentido, Poblete y Díaz (2003), urgidos de evaluar la competencia profesional del profesor de Matemática, desarrollan un modelo que considera marcos de contextos que involucran aspectos del saber, del saber-hacer, del ser y del saber-ser de este docente.

Por otra parte, Fonseca y Castillo (2013) presentan una sistematización sobre los conocimientos y las experiencias que debe desarrollar un docente de Matemática, basada en las investigaciones más relevantes hechas en Costa Rica en las tres últimas décadas del pasado siglo y la primera del presente. De esta sistematización se tiene que enseñar Matemática requiere más que conocimientos procedimentales, algorítmicos matemáticos o de

manejo de clase; se necesitan también conocimientos psicológicos, prácticos e históricos para que los estudiantes puedan comprender la organización y estructura de los conceptos e ideas matemáticas, que se les debe presentar y formular de forma comprensibles.

En Cuba la preparación de los docentes en Matemática, según Sánchez (2016) se puede dividir en tres grandes períodos:

colonia española con los planes adaptados por la metrópoli, república neocolonial con el predominio de las experiencias docentes de EEUU y sociedad en construcción del socialismo con una influencia durante mucho tiempo de la experiencia científico-técnica alcanzada por la Unión Soviética y otros países socialistas. En la década de los sesenta, después de un análisis de los sistemas educativos de los países socialistas europeos, se decidió adaptar para el nivel medio el riguroso sistema de enseñanza de la Matemática de la República Democrática Alemana (RDA), incluyendo algunos textos con el estilo teórico conjuntista predominante. (p. 431-442)

Antes de 1959, la formación de docentes en nuestro país solo tenía carácter especializado para los maestros de la educación primaria, mediante el sistema de Escuelas Normales de Maestros –nivel terciario no universitario–, de las cuales había una en cada provincia –eran 6, a partir de la división político-administrativa de aquella época.

En este mismo artículo se pueden identificar los principales hitos en la formación de profesores de Matemática en Cuba. A continuación, se describen:

- Surgieron los Institutos Pedagógicos en 1964 como facultades de educación superior, atendidos por las universidades de La Habana

(Región Occidental), Las Villas (Región Central) y Santiago de Cuba (Región Oriental).

- En 1972 se creó el Destacamento Pedagógico Universitario “Manuel Ascunce Domenech”. Estaba formado por jóvenes que a muy temprana edad se incorporaban a una carrera de perfil pedagógico. Se pueden calificar como novedosas para ese momento las ideas para concebir esa formación, fundamentalmente por tener una concepción curricular más centrada en la práctica docente y desarrollar nuevos conceptos sobre el papel que puede desempeñar la escuela en la formación del profesional.
- En 1976 se fundaron los primeros 12 Institutos Superiores Pedagógicos, que aprovecharon la experiencia acumulada hasta ese momento.
- En el curso 1977-1978 se puso en vigor el Plan de Estudio A de la Licenciatura en Educación. Aquí apareció por primera vez una carrera de Matemática.
- Se comenzó a formar, a través del Plan de Estudio C, vigente a partir de 1990, a un Licenciado en Matemática-Computación.
- En 2003-2004, para procurar la interdisciplinariedad y la formación más integral, se desatendió la especificidad de la preparación del docente de Matemática.
- En el curso 2007-2008 se rescató al docente especialista en enseñanza de la Matemática y la Física.

El perfeccionamiento de la Educación Superior en Cuba trajo nuevas exigencias en cuanto a competencias para los profesores de Matemática y, en particular, para aquellos que impartían clases en carreras técnicas. Según Torres y Anta (2006), un componente muy positivo para la Educación Superior cubana fue la introducción del uso de las tecnologías de la información y las

comunicaciones (TIC). En el caso particular de la sistematización hecha por estos autores, se especifica como una regularidad la utilización de asistentes matemáticos por varios docentes del entonces conocido como Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría”. En este trabajo se muestra cómo algunos docentes, incluso, realizan investigaciones relacionadas con la utilización de estos softwares en clases. Este hecho ha influido en la formación de nuevas generaciones de profesores de Matemática, que han dado continuidad a estas prácticas, al proponer su uso como medio en los exámenes de las asignaturas de Matemática (Díaz, 2019).

Estas y otras acciones continúan en un proceso de actualización constante debido a la necesidad de profesores en todos los niveles de enseñanza y a la urgencia de actualización de los recursos laborales existentes. En este sentido, la formación permanente y continua, con todo su andamiaje teórico y práctico, desempeña un papel determinante.

Las exigencias sociales a la industria biotecnológica dentro de la esfera de la salud y la necesidad de una carrera de Bioinformática en Cuba

El sistema de salud cubano goza de gran prestigio, tanto nacional como internacionalmente. Sus logros se evidencian desde su principio de universalidad-gratuidad (Asamblea Nacional del Poder Popular, 2019, p. 7) hasta la estructura donde descansa, que tiene como base los programas de prevención y educación en salud, y la atención primaria; y como una de sus fortalezas, el conjunto de investigaciones y resultados desarrollados en el área biotecnológica.

En la década de los años 80 Cuba comenzó la introducción y el desarrollo de las técnicas

modernas de la biotecnología, justo en el momento en que este campo iniciaba su progreso en el resto del mundo. Se crearon varios centros de investigación y se integró el Polo Científico del oeste de La Habana, que situó al país en una posición competitiva, incluso, con respecto a los países desarrollados. Lo que hace dos décadas fue una esperanza, hoy se muestra como una realidad científica, productiva y económica (Lage, 2007; Fernández & Chassagnes, 2003).

Por ello, debido a la plataforma biotecnológica que se ha logrado establecer en Cuba, representa una prioridad para la sociedad continuar edificándola, tomando en cuenta las evidencias de las demandas sociales canalizadas en los siguientes documentos:

- Los lineamientos 102 y 104 de la política económica y social del Partido Comunista de Cuba (Comité Central del Partido Comunista de Cuba, 2017).
- Los Objetivos de Desarrollo Sostenible 3, 4 y 12 de la Agenda 2030 (ONU, 2015).
- La Estrategia Económico-Social para el impulso de la economía y el enfrentamiento a la crisis mundial provocada por la COVID-19 (Ministerio de Economía y Planificación, 2020).

La biotecnología es un área multidisciplinaria que emplea técnicas para manipular sistemas biológicos. Exige, por tanto, la creación de grandes equipos de investigación multidisciplinaria para avanzar desde la etapa de los descubrimientos elementales a la del desarrollo de nuevos productos y servicios. (Organización de Estados Americanos, 2005, p. 47)

En estos equipos la presencia de un bioinformático resulta cada vez más imprescindible, debido al desarrollo alcanzado en

las tecnologías de la información y comunicaciones en la actualidad.

Hace dieciocho años, en un balance realizado sobre la importancia y aplicación de la bioinformática en el polo científico del oeste de La Habana, se enfatizaba lo siguiente:

Sin el desarrollo de la bioinformática no es actualmente posible enfrentar 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. (Grupo coordinador de bioinformática, 2002, p. 4)

Hoy, en medio de la pandemia desatada por la aparición del coronavirus de tipo 2, causante del síndrome respiratorio agudo severo, toman fuerzas estas afirmaciones; y el sistema de educación cubano, acompañado por las más altas instituciones gubernamentales del país, apuesta por el desarrollo de esta disciplina. Más adelante se mostrarán evidencias de la anterior afirmación.

La bioinformática resulta un claro ejemplo de lo que Nuñez (1999) define como «tecnociencia». En las investigaciones realizadas en esta área del conocimiento, la tecnología desempeña un papel dominante, a pesar de que al mismo tiempo se establece una relación de complementación entre ciencia y tecnología. La primera sienta las bases para producir a la segunda y para que esta sea lo más eficiente posible. La segunda propicia la realización de análisis más profundos y exactos para devolver conocimiento, que puede ser convertido nuevamente en tecnología, destinada, en este caso, a mejorar el servicio de salud, la producción de alimentos, entre otros.

Ya en 2005 la Organización de Estados Americanos mencionaba que en el área de la bioinformática se presentaban serias carencias en recursos humanos capacitados. Dos años más tarde investigadores cubanos referían:

Continúa siendo la formación de especialistas, a nivel internacional, la limitación más grande de esta disciplina y se resuelve de acuerdo con las peculiaridades de cada contexto, pero la vía fundamental es la reconversión en la formación de postgrado mediante cursos, diplomados, maestrías y doctorados que se implementan en sus más variadas formas para reorientar la formación de los profesionales de una u otra área del conocimiento hacia la bioinformática. (González, Rodríguez, Febles & Rodríguez, 2009).

Esta reorientación en Cuba ha implicado que, para poder contar con un especialista en bioinformática, se necesita de un graduado universitario en una de las carreras afines, que posteriormente sea formado en esta joven área de la ciencia, lo cual toma más tiempo y recursos que los destinados a la preparación de otros especialistas.

Así surge la necesidad de contar con una carrera de bioinformática en el país. Esta idea madura en la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI); comienza a partir de la creación de un segundo perfil en la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas y deriva en la aparición, en 2017, de la carrera Ingeniería en Bioinformática. El hecho de que quedara constituida como una ingeniería no es casual si se considera a esta joven rama como una «tecnociencia».

La importancia de la disciplina de Matemática para la Ingeniería en Bioinformática y el desempeño profesional pedagógico de los profesores de Matemática de la UCI

La diferencia entre la disciplina desde el punto de vista pedagógico y la ciencia –o, en este caso, tecnociencia– es un tema permanentemente en evolución, como la propia ciencia. Las dos comparten el cúmulo de conocimientos que distinguen a la segunda, pero la primera se encarga de establecer, entre otras cuestiones, cuáles de estos conocimientos es necesario enseñar y cómo hacerlo en cada momento. Las ciencias llamadas «básicas», en particular la Matemática, dan lugar a disciplinas que en muchas carreras son muy relevantes, por el conocimiento propio de esta ciencia y por las habilidades que permite crear en los estudiantes.

En los países desarrollados se reconoce cada vez más la importancia de la enseñanza de las ciencias básicas, en particular de la física y las matemáticas, en los diferentes niveles educacionales. Hace algunos años se puso en boga la idea de que los jóvenes recibían una instrucción que rebasaba las necesidades sociales de los países. Esa idea ha perdido validez en tal grado que en la actualidad la preocupación de Occidente se centra en no ceder puestos de trabajo e industrias a los competidores de las nuevas economías, de Asia sudoriental y otras, cuyo éxito se basa en los resultados de la capacitación siempre creciente de su fuerza de trabajo mediante fuertes programas de ciencias básicas (Castro & Pérez, 2006).

Una de las disciplinas sobre la que está estructurada la carrera de Ingeniería en Bioinformática es la de Matemática. En su programa se precisa, como parte de su objetivo general, «Desarrollar el pensamiento algorítmico, aplicar e implementar modelos numéricos para

resolver problemas aplicando métodos aproximados, con amplio uso de la computación» (Universidad de las Ciencias Informáticas, 2016, p. 70). Además, en ese programa se deja clara la intención acerca de que esta disciplina debe hacer «una importante contribución a la preparación de los estudiantes en el empleo de la computación, mediante la utilización amplia de asistentes matemáticos para realizar cálculos simbólicos, numéricos y gráficos» (Universidad de las Ciencias Informáticas, 2016, p. 68). También se puntualiza, como parte de las orientaciones metodológicas, que en este nivel se retomará «el concepto de función y sus representaciones, particularizando en la tabular, por la propia naturaleza del perfil de la carrera y el estudio de métodos numéricos insertado en el desarrollo del resto de los temas» (Universidad de las Ciencias Informáticas, 2016, p. 71). Estos requerimientos implican un conocimiento profundo, por parte del colectivo de profesores, de los contenidos relacionados, así como un nivel elevado de comprensión de los objetivos de esta disciplina y cómo estos tributan a la formación de un ingeniero en bioinformática, tal y como lo demanda la sociedad cubana actualmente.

En otro momento de las orientaciones metodológicas del Plan de estudios E de la carrera de Ingeniería en Bioinformática (Universidad de las Ciencias Informáticas, 2016) se afirma:

Se enfocará el proceso en lo conceptual, de manera que se logre una formación básica sólida en la modelación matemática de los procesos, en las técnicas de resolución de problemas y el amplio empleo de asistentes matemáticos para realizar cálculos numéricos y simbólicos, y para representaciones gráficas, minimizando el cálculo manual. (p. 72)

Además, sobre el sistema de evaluación de la disciplina se menciona lo siguiente:

El sistema de evaluación deberá ser creativo, en correspondencia con los métodos y medios empleados, atemperado a la realidad tecnológica y a la necesidad de resignificar los contenidos matemáticos en la ingeniería, en este caso Ingeniería en Bioinformática. Deberá considerarse la aplicación de evaluaciones integradoras, tanto entre los temas de cada asignatura como en la disciplina y con otras disciplinas. (p. 71)

Los elementos expresados en los dos últimos párrafos dan lugar a lo valioso que resulta que el colectivo de profesores practique también métodos creativos, enriquecedores y actualizados durante la orientación y el acompañamiento que significa el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Otro elemento que demanda del colectivo de profesores un actuar profesional es lo novedoso en la forma de adecuar, actualizar y atemperar la formación sin tener que esperar a la confección de un nuevo plan de estudios. Se necesita un acercamiento tan real como sea posible a los avances biotecnológicos cubanos –que no son pocos–, y arrojar luz sobre el papel de la Matemática que se aprende en la consecución de esos logros.

Esta flexibilidad del plan de estudios E de la Ingeniería en Bioinformática tiene su máxima expresión en el hecho de diseñar su currículo en dos grandes ciclos, el segundo (ciclo pre-profesional) de carácter modular-disciplinar, o sea, coexisten asignaturas asociadas a disciplinas y módulos.

La actividad del estudiante en cada módulo estará guiada por Proyectos de Investigación y Desarrollo donde se evidencia su objeto de transformación y de este se derivan los problemas eje, que tienen un carácter transdisciplinar, de tal

manera que no afecte el amplio dominio de los modos de actuación del profesional (Universidad de las Ciencias Informáticas, 2016).

Específicamente en el Módulo 2: Biología y Química computacional, previsto para desarrollarse en el sexto semestre de la carrera, se puntualiza lo siguiente:

- «Contribuye con el desarrollo de las habilidades profesionales requeridas para la aplicación de la modelación matemática en los sistemas químicos y biológicos, y el estudio de su comportamiento haciendo uso de la computación».
- Y tiene entre sus objetivos: «Modelar y simular sistemas químicos y biológicos empleando métodos matemáticos y computacionales».

El hecho de tener que participar de la organización, preparación y luego actualización de este segundo módulo constituye un reto desde el punto de vista profesional y pedagógico del colectivo de profesores de la disciplina de Matemática.

A partir de estos antecedentes se considera que:

- La disciplina Matemática tiene importancia vital para el desarrollo del futuro profesional de Ingeniería en Bioinformática.
- Resulta imprescindible que la impartición de las asignaturas asociadas a esta disciplina y su aporte e imbricación en el Módulo 2 del ciclo profesional de la carrera esté dada de forma que prevalezcan el uso de la computación y los métodos aproximados, con tal de resignificar los contenidos matemáticos en la Ingeniería en Bioinformática.
- La importancia dentro de esta disciplina de los métodos numéricos se hace evidente, lo cual

le imprime complejidad a la hora de su impartición, debido a la actualización constante que sufren estos.

Al tener en consideración estos tres elementos, puede esperarse, entre otros elementos, que el estudio de los métodos numéricos y el uso intensivo de asistentes matemáticos esté bien estructurado en la disciplina. Lo más común en cuanto al estudio de los métodos numéricos es que se dedique una asignatura a esto (Facultad de Ciencias de la salud, Universidad de San Jorge, 2019; Facultad de Ingeniería: Campus UCC, 2019; Universidad Tecnológica de Pereira, 2018). Sin embargo, en el caso de esta disciplina, en la carrera de Ingeniería en Bioinformática no sucede así. El estudio de estos métodos está diseminado por las asignaturas que conforman la disciplina. Este elemento complejiza el proceso de enseñanza-aprendizaje que protagoniza el profesor junto con sus estudiantes. Además, dada esta forma de organizar el contenido, la Teoría de errores no se trata con toda la profundidad y actualidad que requiere (Díaz, 2018); sobre todo si se piensa que el futuro egresado de esta carrera será un tecnólogo.

Paralelamente, resulta oportuno mencionar que la carrera de Ingeniería en Bioinformática no tiene un claustro propio para la disciplina de Matemática. Al pertenecer a la UCI comparte este colectivo con otras carreras como la Ingeniería en Ciencias Informáticas, que, de forma general, presenta las siguientes dificultades:

- Poca experiencia en la impartición de estos contenidos, más aún en esta nueva carrera.
- Inestabilidad en los claustros docentes.

- Profesionales jóvenes deben asumir responsabilidades en el proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Desconocimiento de los problemas profesionales, los modos de actuación y el objeto de la profesión de Ingeniería en Bioinformática, y sus aplicaciones en la medicina.
- Profesores que no son graduados de Matemática imparten asignaturas de esta disciplina.
- Profesores que no tienen formación pedagógica imparten asignaturas de esta disciplina.

Los efectos negativos sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática en la carrera de Ingeniería en Bioinformática y, por tanto, sobre la formación de ese futuro profesional, son consecuencia, entre otras causas, de una inadecuada preparación de los profesores que conforman el claustro de esta disciplina. Lo anterior evidencia la necesidad de una superación profesional continua, que parta de los presupuestos indicados en el plan de estudios de esta carrera. Así queda establecida una contradicción entre el estado actual de la superación profesional para la formación de Ingenieros en Bioinformática y las exigencias sociales que deben satisfacerse con el desempeño profesional pedagógico de los profesores de la disciplina de Matemática de la UCI.

Para caracterizar el desempeño profesional pedagógico de los profesores de la disciplina de Matemática de la UCI, se realizó una encuesta a 27 docentes de los 33 que en el curso 2019-2020 pertenecían al colectivo de la disciplina de Matemática en esta universidad. Algunos de los resultados obtenidos a partir del análisis realizado

a los datos recolectados con este instrumento aparecen a continuación.

En la figura 1 se visualiza la caracterización de los profesores que componen la muestra según tres criterios establecidos en una dimensión cognitiva. Por su parte, en la figura 2 se presenta

el porcentaje de los profesores muestreados que han incorporado o no los modos de actuación que a consideración de los autores son más relevantes para la presente investigación.

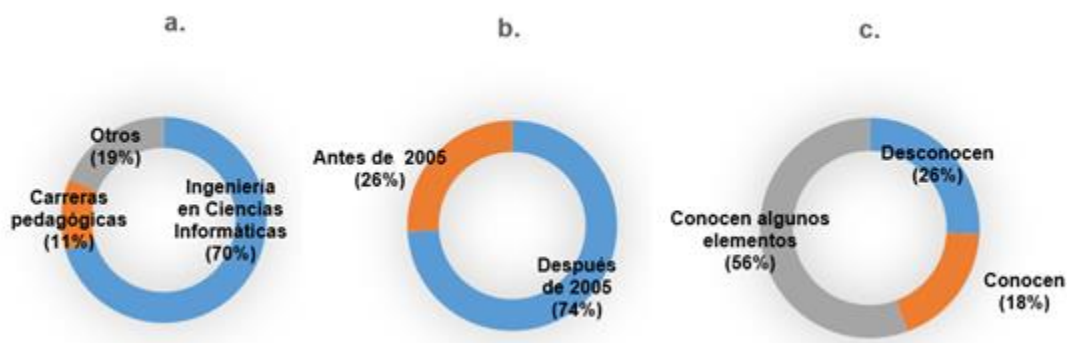


Figura 1. (a) Formación básica de los profesores; (b) Año de graduación; (c) Conocimiento de lo que estudia la Ingeniería en Bioinformática.

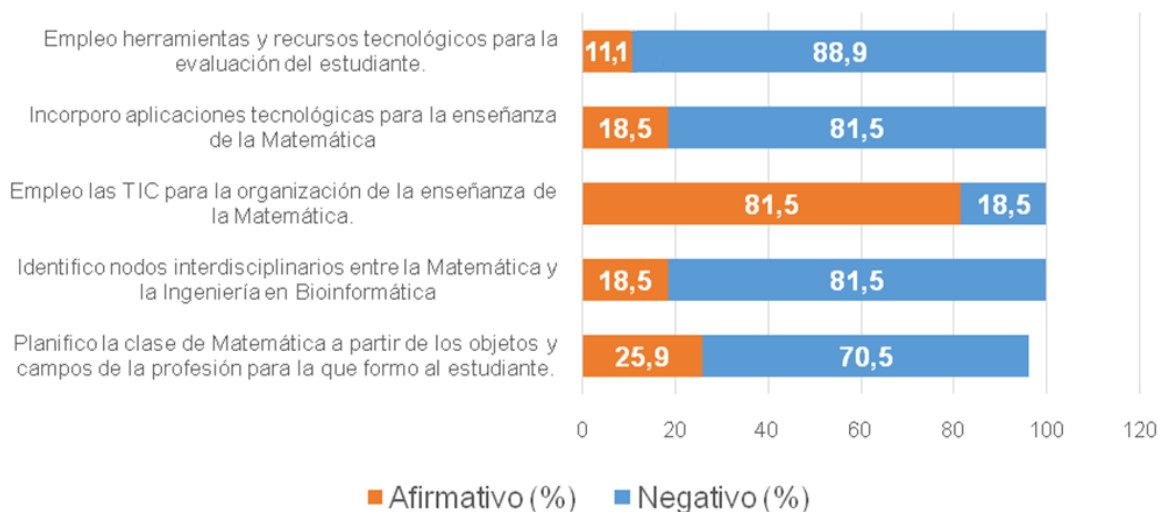


Figura 2. Modos de actuación de los profesores de Matemática.

Sobre los contenidos que han abarcado estas formas de superación, los docentes reconocen que: 1) En el área de la Pedagogía, solo el 25,9 % (7) expresa haber recibido alguna preparación; 2) Tanto en la Didáctica en general como en

Didáctica de la Matemática el 37,03 % (10) refiere que han participado en alguna superación.

El 62,9 % (17) de los docentes encuestados afirman no conocer el plan de estudios de la carrera de Ingeniería en Bioinformática. Algunas

de las razones son las siguientes: «solo conozco el programa que imparto»; «no conozco mucho a qué ramas o áreas de las ciencias se relaciona la Bioinformática»; «la formación de la carrera depende más de las disciplinas del ciclo de profesionalización a partir de tercer año».

En el desempeño profesional pedagógico se muestran evidencias de la falta de planificación de actividades docentes y extradocentes relacionadas con los objetos y campos de la profesión en la que forman a los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Bioinformática. Además, se reconoce que no identifican nodos, tareas y proyectos desde un enfoque interdisciplinario entre la Matemática y la Ingeniería en Bioinformática.

A pesar de que emplean las TIC para la organización de la enseñanza de la Matemática, se muestra que los profesores encuestados no vinculan las tareas docentes y los contenidos con la vida y las actividades extensionistas de la UCI.

Asociado al interés por acceder a la superación que les propicie el desarrollo de su producción intelectual en cumplimiento del compromiso con la formación integral de los estudiantes de la carrera, el 100 % responde afirmativamente. Sin embargo, reconocen que no han elaborado materiales, medios de enseñanza, tecnologías o artículos que se vinculen con los contenidos que imparten. Prefieren, además, dentro de las formas de superación convenientes para su desarrollo, los talleres y los cursos; 25 profesores sienten interés por acceder a superación.

Estos resultados muestran la necesidad impostergable de la realización de investigaciones que se impliquen en el mejoramiento del desempeño profesional pedagógico de los profesores de Matemática en la UCI.

Conclusiones

El sistema educacional cubano ofrece garantías y posibilidades de aprendizaje y superación gratuitos, incluso en el postgrado. Demanda social que se materializa con lo establecido en la constitución vigente y es principio del Gobierno. Uno de los principales obstáculos que se precisa sortear para ofrecer una enseñanza de calidad son las limitaciones que impone el bloqueo norteamericano. Debido a esas dificultades, la consecución de los estándares de calidad esperados se busca hoy día a partir de la formación básica y continua del claustro de profesores, principalmente, basada en la extensa tradición y calidad de la escuela cubana; en particular, de la escuela de Matemática cubana, que ha bebido de diversas fuentes y ha llegado a constituirse y distinguirse del resto.

Gracias a esa calidad se ha logrado estructurar la industria biotecnológica cubana a partir de la necesidad de aprovechar el potencial que en Cuba constituyen sus recursos humanos. Al mismo tiempo, esta ha funcionado como fuente de ingresos para el país y para suplir la falta de medicamentos y otros productos importantes en la agricultura, lo que ha permitido ganar en soberanía tecnológica en esta área.

La rápida evolución de la biotecnología en las dos últimas décadas, calificada por expertos como «tecnociencia», dio lugar a la inminente necesidad de contar con personal calificado para ejercer como bioinformáticos en los equipos multidisciplinares encargados de las investigaciones en esta rama multidisciplinaria de la ciencia. Sobre estos presupuestos, se llegó a constituir la carrera de Ingeniería en Bioinformática de la UCI en 2017.

La importancia de la disciplina de Matemática para la Ingeniería en Bioinformática se hace evidente desde la propia definición de la Bioinformática como ciencia y se refleja así en su plan de estudios. Las carencias de los profesores de esta disciplina en la UCI marcan un camino en la investigación sobre formación continua para el mejoramiento del desempeño profesional pedagógico de los profesores de Matemática de la UCI. Ese mejoramiento impactará, en las demandas de la sociedad, desde la ya destacada industria biotecnológica cubana.

Referencias bibliográficas

- Asamblea General de las Naciones Unidas (2020). *Necesidad de poner fin al bloqueo económico, comercial y financiero impuesto por los Estados Unidos de América contra Cuba. Informe del Secretario General*. Obtenido de: <https://undocs.org/es/A/75/81>
- Asamblea Nacional del Poder Popular (10 de abril de 2019). *Constitución de la República de Cuba*. La Habana, Cuba: Gaceta Oficial de la República de Cuba. Obtenido de: <https://www.gacetaoficial.gob.cu/es/constitucion-de-la-republica-de-cuba-proclamada-el-10-de-abril-de-2019>
- Castro Díaz-Balart, F. & Pérez Rojas, H. (2006). Globalización, ciencia y desarrollo. Comprender el desafío a partir de una experiencia latinoamericana. En: Gallina, A., Núñez Jover, J., Capecchi, V. & Montalvo Arriete, L. F. *Innovaciones creativas y desarrollo humano* (pp. 19-52). Italia: Trilce.
- Comité Central del Partido Comunista de Cuba (julio de 2017). Lineamientos de la política económica y social del Partido y la Revolución para el período 2016-2021. La Habana. Obtenido de: <https://www.gacetaoficial.gob.cu/es/lineamientos>
- Díaz Ramos, S. (2018). La necesidad y utilización de materiales complementarios al libro de texto de Matemática Numérica en la asignatura Matemática IV en la Universidad de Ciencias Informáticas. En: Colectivo de autores, *Ciencias informáticas: investigación, innovación y desarrollo*. La Habana: Academia Universitaria y Ediciones Futuro. Obtenido de: <http://edacunob.ult.edu.cu/xmlui/handle/123456789/76>
- Díaz Ramos, S. (2019). Utilización de medios en los exámenes finales de las asignaturas de Matemática. En: Pérez González & O. L., Reunión Latinoamericana de Matemática Educativa (RELME), Comité Latinoamericano de Matemática Educativa (CLAME). La Habana, Cuba.
- Díaz-Canel Bermúdez, M. & Núñez Jover, J. (2020). Gestión gubernamental y ciencia cubana en el enfrentamiento a la COVID-19. *Anales de la Academia de Ciencias de Cuba*, 10 (2).
- Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de San Jorge. (2019). *Bioinformática*. Recuperado el 1 de junio de 2019, de <https://www.usj.es/estudios/grados/bioinformatica/plan-estudios>
- Facultad de Ingeniería: Campus UCC. (2019). *Facultad de Ingeniería: Bioinformática*. Recuperado el 1 de junio de 2019, de https://www.ucc.edu.ar/archivos/documentos/Folletos_digitales/2017/insert-bionformatica-2017.pdf
- Fernández, F. & Chassagnes, O. (mayo-agosto de 2003). Políticas de innovación en Cuba: una revisión de las políticas aplicadas en el desarrollo de la industria biotecnológica asociada a la salud. *Revista CTS+I*, (6).
- Fonseca Castro, J. & Castillo Sánchez, M. (2013). Formación de docentes de Matemática: aspectos relevantes. *Uniciencia*, 27(1), 2-14. Recuperado el 12 de agosto de 2020, de www.revistas.una.ac.cr/uniciencia
- Gellert, U. (2005). La formación docente entre lo teórico y lo práctico. En Gómez-Chacón, I. M. & Planchart, E. (Edits.), *Educación Matemática y Formación de Profesores. Propuestas para*

- Europa y Latinoamérica* (pp. 73-83). Universidad de Hamburgo, Alemania: HumanitarianNET.
- Gellert, U. (2014). La formación de profesores de matemática: hacia una teoría de lo práctico. *Integra Educativa*, VII (1), 69-81.
- González Hernández, D. L., Rodríguez Orrego, V. E., Febles Rodríguez, J. P. & Rodríguez Figueredo, H. (2009). La Bioinformática en Cuba: Una aproximación desde la primera edición nacional de la maestría en esta disciplina. *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, 1 (2). Recuperado el 21 de noviembre de 2020, de: <https://publicaciones.uci.cu/index.php/serie/articulo/view/276>
- Grupo coordinador de bioinformática (2002). *Balance de la Bioinformática en el polo científico del oeste*. La Habana: Palacio de las Convenciones.
- Guzmán, J. C. (2011). La calidad de la enseñanza en educación superior ¿Qué es una buena enseñanza en este nivel educativo? *Perfiles educativos*, 129-141.
- Jiménez Guethón, R. & Verdecia Carballo, E. (2020). La educación cubana desde un prisma renovador. *Estudios del Desarrollo Social: Cuba y América Latina*, 8 (1), 84-96.
- Lage Dávila, A. (25 de enero de 2007). *Bioteología en Cuba*. Recuperado el 10 de noviembre de 2020, de Sitio web del núcleo de profesionales y técnicos del Partido Comunista de Madrid: http://www.profesionalespcm.org/_php/MuestraArticulo2.php?id=7932
- Ministerio de Economía y Planificación (julio de 2020). Estrategia Económico-Social para el impulso de la economía y el enfrentamiento a la crisis mundial provocada por la COVID-19. La Habana, Cuba.
- Ministerio de Relaciones Exteriores de Cuba (2019). *Informe de Cuba sobre la Resolución 73/8 de la Asamblea General de las Naciones Unidas. "Necesidad de poner fin al bloqueo económico, comercial y financiero impuesto por los Estados Unidos de América contra Cuba"*. La Habana: Ediciones Minrex.
- Núñez Jover, J. (1999). *La ciencia y la tecnología como procesos sociales. Lo que la educación científica no debería olvidar*. La Habana: Félix Varela.
- Núñez Jover, J. (2018). Educación superior, ciencia, tecnología y agenda 2030. *Cuadernos de Universidades, RESUMEN EJECUTIVO*. Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/328413098>
- ONU (25 de septiembre de 2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Obtenido de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible>
- Organización de Estados Americanos. (2005). *Ciencia, Tecnología, Ingeniería e Innovación para el Desarrollo. Una visión para las Américas en el Siglo XXI*. (2da ed.). Washington: Oficina de Educación, Ciencia y Tecnología de la Organización de Estados Americanos.
- Poblete, Á. & Díaz, V. (2003). Competencias profesionales del profesor de matemáticas. *Números*, 53, 3-13.
- Sánchez Fernández, C. (2016). Informe sobre la preparación en Cuba de docentes de Matemáticas. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 11 (15), 421-442.
- Torres Rodríguez, G. & Anta Vega, J. M. (2006). El perfeccionamiento de la educación superior y su repercusión en la enseñanza de las matemáticas en las carreras técnicas. *Ingeniería Mecánica*, 2, 55-58.
- Universidad de las Ciencias Informáticas (octubre de 2016). Plan de estudios E de la carrera de Ingeniería en Bioinformática. La Habana.
- Universidad Tecnológica de Pereira (2018). *Bioinformática*. Recuperado el 1 de junio de 2019, de <http://blog.utp.edu.co/bioinformatica/files/2011/06/BIOINFORM%C3%81TICA.pdf>

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

Contribución de los autores

Sandy Díaz Ramos: Idea original, redacción de los epígrafes y conclusiones.

Yalice Gamez: Idea original, redacción de los epígrafes y conclusiones.

Yoan Martínez Márquez: Idea original, redacción de los epígrafes y conclusiones.

Norberto Valcárcel Izquierdo: Idea original, redacción de los epígrafes y conclusiones.