

Artículo original

Valoración crítica del programa del curso Matemática Numérica de la carrera Ciencia de la Computación



**Critical evaluation of the Numerical Mathematics course program for the
Computer Science degree program**

**Avaliação crítica do programa da disciplina de Matemática Numérica para
o curso de graduação em Ciência da Computação**

Damian Valdés Santiago¹  0000-0001-9138-9792  dvs89cs@matcom.uh.cu

¹ Universidad de La Habana. Facultad de Matemática y Computación. Departamento Matemática Aplicada. La Habana, Cuba.

Recibido: 16/12/2024

Aceptado: 10/07/2025

RESUMEN

La Licenciatura en Ciencia de la Computación de la Universidad de La Habana tiene como propósito adaptar su currículo a las necesidades sociales mediante un enfoque innovador y flexible. El objetivo estuvo dirigido al análisis del programa de Matemática Numérica, evaluando su relevancia dentro del plan de estudios E, teniendo en cuenta aspectos como la ubicación de los cursos, el proceso de enseñanza-aprendizaje y la bibliografía utilizada. La investigación se desarrolló en el campo de la educación matemático-computacional, específicamente en el diseño curricular, centrando el análisis en el curso Matemática Numérica. Se examinó su pertinencia y vínculo con el currículo, la posición que ocupa dentro del plan de estudios, así como las estrategias pedagógicas empleadas y los materiales de apoyo. Se incorporaron fundamentos del aprendizaje basado en la indagación, el uso de herramientas informáticas cognitivas, la elaboración de mapas conceptuales y el aprovechamiento

de entornos virtuales de aprendizaje. Como resultado, se evidenció que el programa está concebido para formar profesionales capaces de aplicar métodos matemáticos y computacionales a problemas de índole social. Se identificaron áreas que requieren mejoras, entre ellas la actualización de la bibliografía, y se propusieron acciones para perfeccionar el diseño curricular. Estas modificaciones buscan fortalecer la coherencia con el perfil del egresado y responder mejor a las demandas del mercado laboral contemporáneo, fomentando una formación integral y pertinente. Se concluyó que existen problemas clave en el diseño actual del curso, por lo que se plantearon recomendaciones para su modificación, con vistas a optimizar su estructura y funcionalidad dentro del plan de estudios.

Palabras clave: métodos numéricos; programa; ciencia; computación; diseño curricular; formación.

ABSTRACT

The Bachelor's Degree in Computer Science at the University of Havana aims to adapt its curriculum to social needs through an innovative and flexible approach. The objective was to analyze the Numerical Mathematics program, assessing its relevance within the Secondary curriculum, taking into account aspects such as course placement, the teaching-learning process, and the bibliography used. The research was conducted in the field of computational mathematics education, specifically in curriculum design, focusing the analysis on the Numerical Mathematics course. Its relevance and connection to the curriculum, its position within the curriculum, as well as the pedagogical strategies employed and support materials were examined. Fundamentals of inquiry-based learning, the use of cognitive computing tools, the development of conceptual maps, and the use of virtual learning environments were incorporated. As a result, it was evident that the program is designed to train professionals capable of applying mathematical and computational methods to social problems. Areas requiring improvement were identified, including updated bibliography, and actions were proposed to refine the curriculum design. These modifications seek to strengthen consistency with the graduate profile and better respond to the demands of the contemporary labor market, fostering comprehensive and relevant training. It was concluded that there are key problems in the current course design, and recommendations for modification were made, with a view to optimizing its structure and functionality within the curriculum.

Keywords: numerical methods; program; science; computing; curriculum design; training.

RESUMO

O Curso de Bacharelado em Ciência da Computação da Universidade de Havana visa adaptar seu currículo às necessidades sociais por meio de uma abordagem inovadora e flexível. O objetivo foi analisar o programa de Matemática Numérica, avaliando sua relevância dentro do currículo E, levando em consideração aspectos como a inserção no curso, o processo de ensino-aprendizagem e a bibliografia utilizada. A pesquisa foi conduzida na área de educação matemática computacional, especificamente em design curricular, com foco na análise do curso de Matemática Numérica. Sua relevância e conexão com o currículo, sua posição dentro do currículo, bem como as estratégias pedagógicas empregadas e os materiais de apoio foram examinados. Fundamentos da aprendizagem baseada em investigação, o uso de ferramentas de computação cognitiva, a criação de mapas conceituais e o uso de ambientes virtuais de aprendizagem foram incorporados. Como resultado, ficou evidente que o programa é projetado para formar profissionais capazes de aplicar métodos matemáticos e computacionais a problemas sociais. Áreas que requerem melhorias foram identificadas, incluindo bibliografia atualizada, e ações foram propostas para refinar o design curricular. Essas modificações buscam fortalecer a coerência com o perfil do egresso e responder melhor às demandas do mercado de trabalho contemporâneo, promovendo uma formação abrangente e relevante. Concluiu-se que existem problemas importantes na concepção atual do curso, e foram feitas recomendações de modificação para otimizar sua estrutura e funcionalidade dentro do currículo.

Palavras-chave: métodos numéricos; programa; ciência; computação; concepção curricular; formação.

INTRODUCCIÓN

La Ciencia de la Computación estudia los fundamentos teóricos de los procesos informacionales y computacionales, su aplicación en la implementación de sistemas computacionales, en correspondencia con el desarrollo vertiginoso de la ciencia y las tecnologías, los cuales dan solución a la informatización que demanda la sociedad contemporánea (Figuerola Mora *et al.*, 2023).

En Cuba, la carrera se caracteriza por una sólida formación matemático-computacional, la cual desarrolla en los egresados un alto poder de abstracción y razonamiento lógico que les permite

analizar, conceptualizar, modelar, algoritmizar, implementar, evaluar y reutilizar sistemas de cómputo ofreciendo soluciones consistentes a problemas que emanan de la sociedad, que pueden ser fácilmente generalizadas; así como asimilar rápidamente los nuevos paradigmas computacionales y las nuevas tecnologías en constante desarrollo (Díaz Cobos *et al.*, 2012; Díaz Silvera & Rodríguez Pérez, 2023).

El surgimiento del estudio de temas computacionales en Cuba tiene su origen a finales de la década del 60. En ese mismo año, se forma el departamento de Ciencia de la Computación en la Universidad de La Habana. A partir de 1973 se realiza la unificación de los planes y programas de estudio de las tres universidades donde se impartía (Universidad de La Habana, la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas y la Universidad de Oriente).

Según la fundamentación del plan de estudios E (2017), en 1976, la Universidad de La Habana se establece como el Centro Rector de la Carrera de Ciencia de la Computación. El primer programa, conocido como plan A, se implementa en 1977. En 1981, se introduce el plan B, que incluye la asignatura de Prácticas Profesionales. El plan C, lanzado en 1986, permite una mayor flexibilidad en los contenidos y ofrece asignaturas optativas según los intereses del estudiante. El plan C se actualiza en 1998 y el plan D (2008) evoluciona hacia un modelo educativo más integral y humanista, donde se introducen conceptos como currículo básico y electivo para personalizar la formación del estudiante. Finalmente, el plan E (2017) se desarrolla en base a experiencias previas y en colaboración con organismos empleadores, asegurando que los egresados cuenten con las competencias necesarias para enfrentar los desafíos actuales del campo laboral.

De acuerdo al plan E, el objeto fundamental del trabajo del Licenciado en Ciencia de la Computación es la creación de sistemas computacionales, sustentada en enfoques matemático-computacionales, para la solución de problemas propios o interdisciplinarios.

Por otro lado, el éxito de una estrategia curricular radica en lograr una formación integral que equilibre los aspectos intelectuales y los valores que fomentan el desarrollo armónico del estudiante. Esto debe realizarse sin descuidar la práctica y el contexto social en el que se lleva a cabo.

La evaluación de un programa de estudios debe basarse en criterios específicos que permitan valorar sus fortalezas y debilidades. Esto ayuda a determinar qué elementos deben mantenerse tal como están y cuáles requieren modificaciones o mejoras.

El análisis crítico de los programas de estudio es fundamental para el perfeccionamiento curricular. Este proceso de mejora continua es una tarea constante en la Educación Superior. En este sentido, la Universidad de La Habana ha estado en un proceso de transformación permanente, con el objetivo de alinearse con los nuevos conocimientos y avances científico-técnicos, así como con las crecientes demandas del desarrollo social.

El objetivo de este artículo es analizar de forma crítica el programa de la asignatura Matemática Numérica, dentro de la disciplina Matemática Aplicada de la carrera Ciencia de la Computación, impartida en la Universidad de La Habana, Cuba.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se trata de un estudio que realiza el análisis crítico del programa de la asignatura Matemática Numérica, dentro de la disciplina Matemática Aplicada, carrera Ciencia de la Computación, impartida en la Facultad de Matemática y Computación de la Universidad de La Habana, Cuba.

Para su análisis se tuvieron en cuenta las metodologías estructuradas por pasos propuestas por García Milian *et al.* (2016) y Bellido (2022), que tienen el propósito de permitir el análisis y la crítica sistematizada a un programa de estudio.

Se realizó un trabajo en el campo de la educación matemático-computacional, específicamente el diseño curricular Y se tomó como unidad de análisis el curso: Matemática Numérica de la carrera Ciencia de la Computación, Universidad de La Habana. Se estudió la pertinencia y nexo con el currículo, la ubicación del curso, el proceso de enseñanza-aprendizaje y la bibliografía.

Como resultado del análisis del proceso de enseñanza-aprendizaje en el curso, se plantea utilizar el aprendizaje basado en la indagación como parte de la estrategia didáctica de la disciplina (Lappas & Kritikos, 2018). Además, el marco propone el uso de herramientas informáticas cognitivas como el software Python para la programación informática (Kong *et al.*, 2021), el software CMAP para la construcción de mapas conceptuales (Ferreira *et al.*, 2012) y el Moodle (EVEA-UH), para presentar a los estudiantes problemas desafiantes para resolver (Peña Cruz & De la Peña Consuegra, 2022).

RESULTADOS

Datos generales del programa de la asignatura

El objeto de estudio de la asignatura Matemática Numérica son los métodos numéricos fundamentales y la aplicación de los mismos para aproximar, de modo eficiente y en forma algorítmica, las soluciones de problemas expresados matemáticamente.

Es creciente la necesidad de métodos y algoritmos para resolver, con el uso de las computadoras modernas, los diversos modelos matemáticos que surgen de la ciencia y la técnica.

La asignatura prepara al futuro egresado para que sea capaz de analizar, aplicar, modificar y adaptar los métodos numéricos generales a situaciones concretas, utilizándolos con eficiencia en las computadoras, así como desarrollar nuevos algoritmos para la resolución de problemas prácticos expresados mediante modelos matemáticos.

La ubicación curricular y cantidad de horas de la asignatura (Tabla 1).

Según el plan de estudio E, los objetivos generales de la asignatura son:

1. Resolver un problema, seleccionando o adaptando un método numérico conveniente, y desarrollando algoritmos eficientes para la utilización de los medios de cómputo disponibles.
2. Utilizar, modificar o ajustar librerías de cálculo científico, con el fin de adecuarlas a la resolución numérica de modelos matemáticos concretos.
3. Analizar los aspectos computacionales específicos de los métodos numéricos en la resolución de modelos matemáticos, para aumentar la eficiencia del método elegido y la precisión de los resultados.
4. Resolver un problema, seleccionando o adaptando un método numérico conveniente, y desarrollando algoritmos eficientes para la utilización de los medios de cómputo disponibles.
5. Utilizar, modificar o ajustar librerías de cálculo científico, con el fin de adecuarlas a la resolución numérica de modelos matemáticos concretos.
6. Analizar los aspectos computacionales específicos de los métodos numéricos en la resolución de modelos matemáticos, para aumentar la eficiencia del método elegido y la precisión de los resultados.

Tabla 1. Ubicación curricular y cantidad de horas de la asignatura Matemática Numérica dentro de la disciplina Matemática Aplicada, carrera Ciencia de la Computación, modalidad presencial, plan de estudio E

Asignatura	Currículo	Horas	Año	Sem.	Eval.
Matemática Numérica	BÁSICO	64	2	3	EF
Probabilidades	BÁSICO	64	2	4	
Estadística	BÁSICO	64	3	5	
Modelos de Optimización	BÁSICO	64	3	5	EF
Proyecto de Matemática Aplicada	PROPIO	32	3	6	
Total de horas	288				

La asignatura incluye los siguientes conocimientos esenciales a adquirir: objetivos y método de trabajo de la matemática numérica; clasificación y estimación de errores; propagación de los errores; estabilidad numérica; métodos iterativos generales para la resolución de ecuaciones y sistemas de ecuaciones no lineales; sistemas de ecuaciones algebraicas lineales; métodos directos de solución; factorizaciones matriciales; matrices con propiedades específicas; métodos iterativos; condiciones de convergencia de los métodos iterativos; aproximación de funciones mediante interpolación polinomial; interpolación por tramos, *splines*; aproximación mínimo cuadrática de datos; aproximación de funciones periódicas; transformada discreta y rápida de Fourier; y diferenciación e integración numéricas.

Los estudiantes deben adquirir las siguientes habilidades al finalizar la impartición de la asignatura:

- Estimar y acotar errores absolutos y relativos en la resolución numérica de ecuaciones y sistemas de ecuaciones.
- Localizar y aproximar las raíces de ecuaciones no lineales.
- Realizar la transformación de una ecuación no lineal en otra equivalente que garantice la convergencia de métodos iterativos para el cálculo de sus raíces.
- Seleccionar los algoritmos apropiados para resolver sistemas de ecuaciones lineales y adecuarlos convenientemente.
- Reconocer el método más apropiado para aproximar una función específica.
- Aproximar numéricamente la derivada de una función.
- Integrar numéricamente una función dada.

Desde un punto de vista metodológico y de organización de la docencia, la asignatura se imparte mediante clases de introducción de nuevos contenidos (conferencias), clases de ejercitación (clases prácticas en laboratorios) y seminarios.

En las conferencias se explica la esencia de los tipos fundamentales de métodos que resuelven los problemas que son objeto de estudio, y se enfatizarán las particularidades matemáticas, numéricas y computacionales de los algoritmos que se elijan para ilustrar cada tipo.

Las clases de ejercitación ilustrarán fundamentalmente las particularidades numéricas y computacionales de los algoritmos estudiados, mediante la discusión de ejercicios propuestos y de resultados de corridas en la computadora, utilizando sistemas de programas existentes o elaborados previamente para este fin por los propios estudiantes.

Durante los seminarios los estudiantes muestran los conocimientos y habilidades adquiridos mediante el estudio individual y la investigación de temas relacionados con la asignatura. Se propone que los temas de los seminarios estén relacionados con aplicaciones de los contenidos de la asignatura.

Para evaluar el proceso de enseñanza-aprendizaje la asignatura aplica evaluaciones parciales y un examen final.

Pertinencia y nexos con el resto del currículo

El programa de la asignatura satisfizo, como un todo, las expectativas de formación, el avance del conocimiento científico y tecnológico y el compromiso práctico con la sociedad. Los contenidos mostraron que están actualizados y en consonancia con currículos de otras universidades del país y del mundo, que incluyen estos temas en diferentes carreras universitarias.

El programa expresó las habilidades a desarrollar en el estudiante para formar un profesional con calidad, al considerar los valores sociales, políticos, culturales, económicos de la sociedad donde ejercerá su función social.

Los contenidos y la enseñanza problémica permitieron resolver situaciones que demanda la sociedad cubana para ser resueltas, como problemas del procesamiento de imágenes, el diseño de materiales, los problemas de enrutamiento, la modelación de tumores y lesiones de la piel, entre otros.

Se observó que se mantiene un vínculo estrecho y directo entre el perfil del egresado, los objetivos de la carrera, así como del resto de los cursos contenidos en la disciplina y el currículo.

Existen nexos entre la asignatura y otras asignaturas y disciplinas del currículo de la carrera. El programa se vincula con los cursos precedentes, como Álgebra I y II, Análisis Matemático I y II, así como Lógica, que se imparten en el primer año de la carrera Ciencia de la Computación.

En la disciplina Inteligencia Artificial, la asignatura Aprendizaje de Máquinas incluye temas como el aprendizaje supervisado y no supervisado, los modelos probabilísticos, de regresión, las redes neuronales, aprendizaje profundo, así como la evaluación y el diseño de experimentos. Estas temáticas se basan en algoritmos de optimización para minimizar una función de pérdida, que permite identificar los patrones codificados en vectores de características. Estos algoritmos utilizan también los conceptos de error numérico, precisión de las soluciones y el álgebra lineal numérica, que permite muchas veces los cálculos eficientes.

Por otro lado, la asignatura Sistemas de Recuperación de Información, dentro de la disciplina Sistemas de Información, establece como objetivo: evaluar, comparar y clasificar documentos con eficiencia y precisión, lo que mostró un nexo con la asignatura Matemática Numérica.

Con respecto a los nexos entre las asignaturas de la disciplina Matemática Aplicada, se observa que la asignatura Estadística se relacionó con Matemática Numérica, dado que en esta última se brindan los métodos numéricos necesarios para realizar regresión, mínimos cuadrados y la estimación de desviación estándar. La asignatura Optimización también está conectada con la asignatura Matemática Numérica, pues los métodos iterativos, sus criterios de parada, la estimación del jacobiano, la sustitución del cálculo de la inversa y el análisis de convergencia de los métodos numéricos son elementos imprescindibles para la optimización de funciones. Además, la asignatura Matemática Numérica se relacionó con la asignatura Proyecto de Matemática Aplicada, que integra todos los contenidos de la disciplina para resolver un problema de investigación asociado a la práctica social.

Ubicación en el currículo y correspondencia con los contenidos previos y posteriores

La asignatura exige la precedencia de las disciplinas Matemática Básica (asignaturas Análisis Matemático I, Análisis Matemático II, Álgebra I, Álgebra II) y Matemática Computacional (asignatura Lógica).

En cuanto a la correspondencia con los contenidos posteriores en el currículo, la disciplina es reconocida en el plan de estudios E como precedente de las disciplinas Inteligencia Artificial, Sistemas de Información y Sistemas Computacionales, que la utilizan en sus contenidos, como ya se discutió.

Se consideró adecuado este orden de asignaturas dentro del currículo. Sin embargo, debe velarse porque la organización propuesta permita un abordaje de los contenidos de lo general a lo particular. De esta manera, se garantiza sistematizar el proceso reflexivo de revisión y ajuste a los temas y objetivos de aprendizaje.

Análisis de la bibliografía

Este paso permite hacer un análisis de la bibliografía en tres elementos fundamentales que deben caracterizar la misma para que el programa cumpla con su propósito: pertinencia, actualidad y fuente. La misma es pertinente en relación con los contenidos propuestos y se pone a disposición los estudiantes en formato digital. En el programa se identificó que la bibliografía no está actualizada y se encuentra mayoritariamente en formato digital e idioma inglés.

DISCUSIÓN

El objeto de estudio de la asignatura Matemática Numérica son los métodos numéricos fundamentales y la aplicación de los mismos para aproximar, de modo eficiente y en forma algorítmica, las soluciones de problemas expresados matemáticamente.

En este sentido, se observó que el programa de la asignatura y sus contenidos preparan al futuro egresado para que sea capaz de analizar, aplicar, modificar y adaptar los métodos numéricos generales a situaciones concretas para la resolución de problemas prácticos expresados mediante modelos matemáticos.

La asignatura contribuye mediante su sistema de trabajo al fomento de los valores de responsabilidad ante las tareas asignadas; de honestidad, resaltando el sentido de pertenencia y deber con la sociedad; dignidad, mediante el compromiso revolucionario en el cumplimiento de las funciones como profesional y sensibilidad, creando el amor a la profesión.

Desde un punto de vista metodológico y de organización de la docencia, la asignatura se imparte mediante clases de introducción de nuevos contenidos (conferencias), clases de ejercitación (clases

prácticas en laboratorios) y seminarios. Esto permite la asimilación de conocimientos de forma gradual y la puesta en práctica de los contenidos, lo que devela las ventajas y desventajas de cada algoritmo en situaciones concretas, así como su uso en otras asignaturas del currículo.

El programa de la asignatura satisfizo, como un todo, las expectativas de formación, el avance del conocimiento científico y tecnológico y el compromiso práctico con la sociedad. Los contenidos mostraron que están actualizados y en consonancia con currículos de otras universidades del país y del mundo.

Los contenidos y la enseñanza problémica permitieron resolver situaciones que demanda la sociedad cubana para ser resueltas, como problemas del procesamiento de imágenes, el diseño de materiales, los problemas de enrutamiento, la modelación de tumores y lesiones de la piel, entre otros.

Se observó un vínculo estrecho y directo entre el perfil del egresado, los objetivos de la carrera, así como del resto de los cursos contenidos en la disciplina y el currículo. De esta manera, los contenidos y su aprendizaje durante el curso son un elemento fundamental para el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de un grupo de asignaturas que se imparten posteriormente en el currículo, como: Optimización, Estadística, Aprendizaje de Máquinas, entre otras.

El orden de precedencia de las asignaturas dentro del currículo se consideró adecuado; sin embargo, debe velarse porque la organización propuesta permita un abordaje de los contenidos, de lo general a lo particular. De esta manera, se garantiza sistematizar el proceso reflexivo de revisión y ajuste a los temas y objetivos de aprendizaje.

Debe considerarse la conexión de la disciplina con la asignatura Ecuaciones Diferenciales Ordinarias, dentro de la disciplina Matemática Básica, dado que en ella se estudian los métodos numéricos para resolver este tipo de ecuaciones. En otros diseños curriculares, como en la Universidad Tecnológica de Panamá, estos temas se imparten en la asignatura Matemática Numérica; no obstante, en el plan de estudio E, por razones de carga de contenidos y tiempo para su impartición, se decidió que esos temas no se impartieran en esta asignatura y fueran transferidos a la asignatura Ecuaciones Diferenciales Ordinarias.

Como parte de la mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje en el curso, se recomienda la inclusión de problemas ingenieriles como parte de la didáctica en los programas de las asignaturas, como los que aparecen en los textos de Burden *et al.* (2017) o Chapra y Canale (2015).

En ese sentido, se plantea utilizar el aprendizaje basado en la indagación como parte de la estrategia didáctica de la disciplina (Lappas & Kritikos, 2018). Este aprendizaje está centrado en la participación de los estudiantes por descubrimiento activo y en el aprendizaje en entornos que incluyen participación activa, acción propia, observación, exploración y experimentación.

El objetivo de este marco de aprendizaje es triple: ayudar a los estudiantes a comprender los aspectos básicos de las asignaturas, proporcionar a los estudiantes la oportunidad de practicar y perfeccionar sus habilidades de pensamiento crítico, y transmitir a los estudiantes el propósito de la investigación científica.

El aprendizaje basado en la indagación está relacionado con la teoría educativa del constructivismo, en la que los estudiantes aprenden a través de un proceso de compromiso.

Los principales componentes se dividen en cinco grandes acciones:

1. Involucrar: participan en actividades que fomentan y facilitan situaciones de aprendizaje, con o sin conocimientos previos.
2. Explorar: investigan la naturaleza de los problemas e intentan construir su comprensión.
3. Explicar: tratan de conectar sus experiencias previas con el aprendizaje actual.
4. Elaborar: aplican o amplían los conceptos y experiencias introducidos previamente a nuevas situaciones.
5. Evaluar: se proporciona una instantánea de la comprensión del alumno para valorar si ha adquirido los conocimientos y habilidades previstos.

Además, el marco propone el uso de herramientas informáticas cognitivas como el software Python para la programación informática (Kong *et al.*, 2021), el software CMAP para la construcción de mapas conceptuales y el Moodle (EVEA-UH) para presentar a los estudiantes problemas desafiantes para resolver.

Un ejemplo de aplicación del aprendizaje basado en la indagación en la asignatura Matemática Numérica sería:

- La acción de "compromiso": los materiales disponibles en Moodle permiten motivar a los estudiantes en el aprendizaje activo.
- La acción de "exploración":

- Los métodos directos se caracterizan por transformar las ecuaciones originales en ecuaciones equivalentes que pueden ser resueltas más fácilmente. El método directo más popular es la Descomposición LU.
- Los métodos iterativos comienzan con una conjetura de la solución y luego refinan repetidamente la solución hasta que se alcanza un determinado criterio de convergencia. Los métodos iterativos más populares son: Iteración de Jacobi e Iteración de Gauss-Seidel.
- Representación de algoritmos: los alumnos, después de reconocer los métodos numéricos, van a utilizar pseudocódigo para representar los algoritmos.
- La acción de "explicar": los alumnos son capaces de utilizar el software CMAP para construir sus mapas conceptuales.
- La acción de "elaboración":
 - Tras la formulación de un algoritmo, la programación informática conduce desde la formulación original de un problema informático hasta los programas informáticos ejecutables.
 - Se centra en la comprensión de los conceptos matemáticos fundamentales y en el dominio de las habilidades de resolución de problemas mediante métodos numéricos.
 - Los estudiantes ofrecen diversos formatos de presentación gráfica que ayudan a simplificar las cuestiones complicadas y a transmitir conocimientos significativos sobre el problema.
- La acción de "evaluar": los mapas conceptuales, los algoritmos y los códigos fuente pueden ser evaluados con respecto a varios criterios para valorar la comprensión de los estudiantes.

Por otra parte, la bibliografía fue pertinente en relación con los contenidos propuestos y se pone a disposición de los estudiantes en formato digital. Sin embargo, en el programa se identificó que la bibliografía no está actualizada y se encuentra mayoritariamente en formato digital e idioma inglés.

Por ello, se recomienda utilizar las versiones en español más recientes publicadas en las bibliografías básicas de las asignaturas. Se propone utilizar la versión en español del libro de la bibliografía básica (Burden *et al.*, 2017). Es pertinente agregar a esta bibliografía el texto cubano de Álvarez *et al.* (2012), que es de mucha utilidad para el docente, pues desarrolla un enfoque didáctico-metodológico para la asignatura. Además, se recomienda agregar los textos de Chapra y Canale (2015) y Kong *et al.* (2021).

Dada la vasta experiencia del colectivo de asignatura, se recomienda publicar un texto propio que incluyan notas metodológicas sobre cómo organizar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

En suma, el programa evaluado ofrece contribuciones esenciales al curso de Matemática Numérica en la carrera de Ciencia de la Computación en la Universidad de La Habana. Es necesario actualizar la bibliografía y modificar la didáctica para la enseñanza de los contenidos de esta disciplina, lo que se traduce en cambios en las orientaciones metodológicas del plan de estudios.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bellido-Castaños, M. E. (2022). *Manual para la elaboración de la crítica a un programa de estudios vigente*. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. https://www.zaragoza.unam.mx/wp-content/2023/Publicaciones/libros/csociales/Manual_elaboracion_critica_estudios_vigentes.pdf
- Burden, R. L., Faires, D. J., & Burden, A. M. (2017). *Análisis numérico*. Cengage Learning Editores. <https://biblioteca.uazuay.edu.ec/buscar/item/80835>
- Chapra, S. C., & Canale, R. P. (2015). *Métodos numéricos para ingenieros* (7ma ed.). McGraw-Hill-Interamericana.
- Díaz Cobos, K., Rosales Fundora, F., & García Valdivia, Z. Z. (2012). Algunos apuntes sobre la historia de la computación en la Universidad Central «Marta Abreu» de Las Villas. *Islas*, 54(171), 166-174.
- Díaz Silvera, J., & Rodríguez Pérez, Z. (2023). Bosquejo histórico de la carrera de Ciencia de la Computación en la Universidad de Oriente. *Maestro y Sociedad*, 20(4), 1139-1146. <https://maestroysociedad.uo.edu.cu/index.php/MyS/article/view/6303>
- Ferreira, P. B., Cohrs, C. R., & De Domenico, E. B. L. (2012). Software CMAP TOOLS™ to build concept maps: an evaluation by nursing students. *Revista Da Escola de Enfermagem Da USP*, 46, 967-972.

Figueroa Mora, K. M., Hoyos Rivera, G. de J., Martínez Villaseñor, M. de L., & Morales Gamboa, R. (2023). La importancia del pensamiento computacional en la era digital. In *Carreño (eds.). Pensamiento Computacional en Iberoamérica* (Vol. 3, pp. 34-55). Academia Mexicana de Computación. <https://amexcomp.mx/media/publicaciones/pensamiento-computacional-version-final-portada-reduced.pdf#page=34>

García Milian, A. J., Alonso Carbonell, L., León Cabrera, P., & Segredo Pérez, A. M. (2016). Crítica al programa de estudio del curso de Promoción de uso racional de medicamentos de la maestría de farmacoepidemiología. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 32. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21252016000100015

Kong, Q., Siau, T., & Bayen, A. (2021). *Python Programming and Numerical Methods: A Guide for Engineers and Scientists*. Elsevier.

Lappas, P. Z., & Kritikos, M. N. (2018). Teaching and Learning Numerical Analysis and Optimization: A Didactic Framework and Applications of Inquiry-based Learning. *Higher Education Studies*, 8(1), 42. <https://doi.org/10.5539/hes.v8n1p42>

Peña Cruz, Y., & De la Peña Consuegra, G. (2022). Analysis of indicators for the proper development of virtual courses on the moodle platform. In *Technology-Enabled Innovations in Education: Select Proceedings of CIIE 2020* (pp. 619-629). Springer.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

Contribución de los autores

Los autores participaron en el diseño y redacción del artículo, en la búsqueda y análisis de la información contenida en la bibliografía consultada.



Esta obra está bajo una licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional