

**Crítica al programa de la disciplina Matemática Aplicada de la  
Licenciatura en Ciencia de la Computación, Universidad de La Habana**

*Criticism of the Applied Mathematics discipline program of the Bachelor's  
Degree in Computer Science, University of Havana*

Damian Valdés Santiago <https://orcid.org/0000-0001-9138-9792>

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

correo par la correspondencia. [dvs89cs@matcom.uh.cu](mailto:dvs89cs@matcom.uh.cu),

**RESUMEN**

La Licenciatura en Ciencia de la Computación de la Universidad de La Habana busca adaptar su currículo a las necesidades sociales mediante un enfoque creativo y flexible. Esta investigación se centra en el análisis del programa de Matemática Aplicada y evalúa su pertinencia dentro del plan de estudios E. Se examinan aspectos como la ubicación de los cursos, el proceso de enseñanza-aprendizaje y la bibliografía utilizada. El programa está diseñado para formar profesionales capaces de aplicar métodos matemáticos y computacionales a problemas sociales. Se identificaron áreas de mejora y se realizaron propuestas, incluyendo la actualización de la bibliografía. Se plantean modificaciones al diseño curricular para perfeccionar el programa para que se alineen con el perfil del egresado y las demandas del entorno laboral actual. Esto contribuye a una formación integral que prepara a los estudiantes para enfrentar desafíos en la aplicación de tecnologías computacionales en diversas áreas.

**Palabras clave:** matemática aplicada; crítica de programa; ciencia de la computación; diseño curricular, formación.

**ABSTRACT**

The Bachelor's Degree in Computer Science at the University of Havana seeks to adapt its curriculum to social needs through a creative and flexible approach. This research focuses on the analysis of the Applied Mathematics program and evaluates its relevance within the

curriculum E. Aspects such as the location of the courses, the teaching-learning process and the bibliography used are examined. The program is designed to train professionals capable of applying mathematical and computational methods to social problems. Areas for improvement were identified and proposals were made, including updating the bibliography. Modifications to the curricular design are proposed to improve the program to align it with the profile of the graduate and the demands of the current work environment. This contributes to a comprehensive education that prepares students to face challenges in the application of computational technologies in different areas.

**Keywords:** applied mathematics; program critique; computer science; curriculum design, instruction.

Recibido: 02/01/2025

Aceptado: 30/01/2025

## 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 (Figueroa 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 (Universidad de La Habana, 2017).

El surgimiento del estudio de temas computacionales en nuestro país 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).

En 1976, la Universidad de La Habana se establece como el Centro Rector de la Carrera de Ciencia de la Computación, tras la creación de las Comisiones Nacionales de Carreras por el Ministerio de Educación Superior. Esto inicia el desarrollo de programas de estudio para formar profesionales que respondan a las crecientes demandas sociales. El primer programa, conocido como Plan A, se implementa en 1977.

En 1981, se introduce el Plan B, adaptándose a los rápidos avances en ciencia y tecnología, y se incluye la asignatura de Prácticas Profesionales para desarrollar habilidades específicas. El Plan C, lanzado en 1986, amplía las áreas de actuación del profesional, lo que responde a la necesidad de automatización en diversos sectores laborales. Este plan permite una mayor flexibilidad en los contenidos y ofrece asignaturas optativas según los intereses del estudiante.

El Plan C se actualiza en 1998 para alinearse con el desarrollo internacional en computación. Posteriormente, el Plan D (2008) evoluciona hacia un modelo educativo más integral y humanista, lo que promueve la cultura y la informatización en Cuba. Se introducen conceptos como currículo básico y electivo para personalizar la formación del estudiante.

Finalmente, el Plan E (2017) se desarrolla con base en 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.

El profesional de Ciencia de la Computación debe aplicar y/o desarrollar modelos matemáticos-computacionales para la solución de los problemas propios e interdisciplinarios, que emana la sociedad contemporánea, en cuya solución participen, para ello: i) implementa computacionalmente la solución, basada en la modelación realizada y atendiendo al escenario

de aplicación, los recursos disponibles y la complejidad de la solución, ii) interpreta y evalúa los resultados obtenidos; iii) vela por su actualización y mantenimiento, iv) asesora a otros profesionales en la aplicación de modelos y métodos matemáticos-computacionales; v) trabaja colaborativamente en equipos interdisciplinarios, vi) realiza investigaciones para el desarrollo de la propia ciencia y otras áreas del conocimiento, y vii) divulga conocimiento y los resultados obtenidos.

Por otro lado, el éxito de una estrategia curricular está en lograr una acción formativa integral, con equilibrio de los aspectos intelectuales, incluyendo los valores que potencian el desarrollo armónico del estudiante, sin olvidar la práctica y el contexto social en que se desarrollan.

La crítica de un programa de estudios se debe realizar con base en determinados criterios o parámetros para valorar sus bondades y limitaciones, y determinar en consecuencia qué aspectos son convenientes que continúen como están y cuáles otros es necesario modificarlos o mejorarlos.

El análisis crítico de los programas de estudio contribuye al perfeccionamiento curricular. Dicho perfeccionamiento es una tarea permanente de la Educación Superior, en consecuencia, la Universidad de La Habana se ha mantenido en un constante proceso de transformación con el propósito de estar al nivel de los nuevos conocimientos y avances científico-técnicos, en correspondencia con las exigencias crecientes del desarrollo social.

En el caso que nos ocupa, el autor pretende poner a disposición de los lectores el análisis del programa de la disciplina Matemática Aplicada de la carrera Ciencia de la Computación impartida en la Universidad de La Habana, Cuba.

## **MÉTODOS**

Se trata de un estudio que realiza el análisis crítico del programa de la disciplina Matemática Aplicada de la 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 y colaboradores (2016) y Bellido (2022), que tienen el propósito de permitir el análisis y la crítica sistematizada a un programa de estudio.

## ANÁLISIS Y SÍNTESIS DE LOS RESULTADOS

### Datos generales

La disciplina Matemática Aplicada en la carrera Ciencia de la Computación contribuye a la comprensión de la importancia que tiene en el desarrollo del país la aplicación de los métodos matemáticos y la computación. Abarca tres grandes áreas: Matemática Numérica, Probabilidades y Estadística y Optimización (Tabla 1).

**Tabla 1.** Ubicación curricular y cantidad de horas de las asignaturas 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				

Esta disciplina permitirá al estudiante resolver problemas de la disciplina Matemática Básica que no pueden ser resueltos analíticamente. Creará las bases para poder asimilar e incorporar modelos, técnicas y herramientas más complejos en disciplinas como Sistemas Computacionales, Inteligencia Artificial y Sistemas de Información.

De las asignaturas pertenecientes a la disciplina, la Matemática Numérica prepara al futuro egresado para analizar, aplicar, modificar y adaptar los métodos numéricos generales a situaciones concretas, utilizándolos con eficiencia, así como desarrollar nuevos algoritmos para la resolución de problemas prácticos expresados mediante modelos matemáticos.

Por otro lado, la mayoría de los problemas a los que debe enfrentarse un profesional de esta carrera tiene elementos estocásticos y aleatorios. La teoría de las probabilidades es básica para la generación de números aleatorios, la simulación estocástica, técnicas metaheurísticas, entre otras. Estos contenidos se ubican en la asignatura Probabilidades, que se utiliza en áreas específicas como la inteligencia artificial y el procesamiento de imágenes.

La asignatura Estadística posibilita un lenguaje común con investigadores de las ciencias naturales, sociales y técnicas. Creará las habilidades para la concepción y desarrollo de algoritmos concernientes a las técnicas en este dominio para el almacenaje, procesamiento y análisis de datos, además de facilitar herramientas para el estudio y el análisis de algoritmos estocásticos.

Muchos de los problemas en la práctica social se reducen a encontrar una solución óptima con respecto a determinado criterio bajo ciertas restricciones. La solución de este tipo de problemas requiere de la construcción de un modelo de optimización y el empleo de métodos y algoritmos eficientes, así como del conocimiento de las condiciones teóricas que garantizan la existencia de las soluciones y la convergencia de los métodos. Las diferentes características de los modelos matemáticos dan lugar a métodos específicos de solución que son estudiados en la disciplina. Estos contenidos se incluyen en la asignatura Modelos de Optimización.

Como novedad con respecto al plan de estudios D, se incluye la asignatura Proyecto de Matemática Aplicada, que prepara al futuro egresado para resolver problemas prácticos que puedan ser resueltos utilizando técnicas y herramientas de la disciplina. También contribuirá a que los estudiantes desarrollen habilidades relacionadas con la búsqueda de información, los obligará a seleccionar las herramientas más apropiadas para la solución de problema computacionalmente, y a presentar los resultados de su trabajo de forma escrita y oral, con todo el rigor que lleva la presentación de resultados científicos, adicionándose la utilización del idioma inglés.

Esta asignatura contribuirá a desarrollar en los estudiantes el sentido de la responsabilidad y la honestidad en la solución de problemas prácticos, así como fomenta el trabajo en equipos interdisciplinarios para acometer la solución de problemas complejos e interdisciplinarios, con una amplia perspectiva científica y capacidad para el trabajo colaborativo con una adecuada ética profesional.

### **Pertinencia y nexos con el resto del currículo**

El programa de la disciplina Matemática Aplicada satisface, como un todo, las expectativas de formación, el avance del conocimiento científico y tecnológico y el compromiso práctico con la sociedad. Los contenidos 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 expresa las habilidades a desarrollar en el estudiante para formar un profesional con calidad, teniendo en cuenta los valores sociales, políticos, culturales, económicos de la sociedad donde ejercerá su función social.

Los contenidos y la enseñanza problémica permiten 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.

En cuanto al análisis de los nexos se recomienda verificar si existe un vínculo estrecho y directo entre el perfil del egresado, los objetivos del programa general, así como del resto de los cursos contenidos en la disciplina que se analiza (García Milian et al., 2016). Luego del análisis realizado, basado en el plan de estudios E de la carrera Ciencia de la Computación, 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 las asignaturas de la disciplina y con otras asignaturas y disciplinas del currículo de la carrera. El programa se vincula con los cursos precedentes tales 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.

La asignatura Sistemas Distribuidos (Disciplina Sistemas Computacionales) cubre el tema “Algoritmos distribuidos”, que permite la paralelización de los algoritmos vistos en la disciplina Matemática Aplicada desde una perspectiva de cómputo descentralizada y a demanda.

Dentro de la disciplina Inteligencia Artificial, la asignatura Simulación tiene entre sus objetivos la representación de sistemas mediante modelos, distribución de probabilidades para simular procesos, así como simular mediante variables aleatorias y estocásticas. Aquí se evidencia un fuerte nexo con todas las asignaturas de la disciplina Matemática Aplicada. Además, la asignatura Inteligencia Artificial estudia las estrategias de búsqueda, metaheurísticas y programación con restricciones que modelan situaciones de la Inteligencia Artificial, que utilizan algoritmos de optimización discreta, muchas veces sobre grafos, para resolverlas.

También 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. Las probabilidades forman parte fundamental de muchos de estos modelos. Por otra parte, la estadística permite evaluar y comparar las soluciones y comprobar mediante pruebas de hipótesis si el ajuste generaliza los resultados del dominio y no solo de los datos usados para entrenar.

Por otro lado, la asignatura Sistemas de Recuperación de Información, dentro de la disciplina Sistemas de Información, se establece como objetivo: distinguir las características de los modelos de recuperación de información textual, y desarrollar su modelación matemática computacional y su implementación. Este objetivo se conecta de manera explícita con la asignatura Modelos de Optimización de la disciplina Matemática Aplicada. Además, otro de sus objetivos establece: “Evaluar, comparar y clasificar documentos con eficiencia y precisión”, lo que muestra un nexo con las asignaturas Estadística y Matemática Numérica, pertenecientes a la disciplina que se analiza en este artículo.

Con respecto a los nexos entre las asignaturas de la disciplina Matemática Aplicada se observa que la asignatura Estadística se relaciona 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. Las asignaturas Probabilidad y Estadística están fuertemente relacionadas ya que la distribución de probabilidades se utiliza como fundamento en las pruebas de hipótesis estadísticas. Además, todas las asignaturas se relacionan con la asignatura Proyecto de Matemática Aplicada, que les permite a los estudiantes integrar 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**

Las asignaturas de la disciplina Matemática Aplicada exigen 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 considera adecuado este orden de asignaturas dentro del currículo. Sin embargo, debe velarse que 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 (2018), estos temas se imparten en la asignatura Matemática Numérica, sin embargo, en el plan de estudio E, por razones de carga de contenidos y tiempo para su impartición, se decidió que esos temas no se impartieron en esta asignatura y fueron transferidos a la asignatura Ecuaciones Diferenciales Ordinarias.

### **Análisis del proceso de enseñanza y 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, Faires y Burden (2017) o Chapra y Canale (2007).

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: i) ayudar a los estudiantes a comprender los aspectos básicos de las asignaturas, ii) proporcionar a los estudiantes la oportunidad de practicar y perfeccionar sus habilidades de pensamiento crítico, y iii) 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 (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).

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.

### **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 identifica que la bibliografía no está actualizada y se encuentra mayoritariamente en formato digital.

Dada la vasta experiencia de los colectivos de asignaturas pertenecientes a la disciplina Matemática Aplicada, se recomienda publicar textos propios que incluyan notas metodológicas sobre cómo organizar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Se recomienda utilizar las versiones en español más recientes publicadas en las bibliografías básicas de las asignaturas. En particular, para la asignatura Matemática Numérica se propone utilizar la versión en español del libro Burden, Faires y Burden (2017) de la bibliografía básica. Es pertinente agregar a esta bibliografía el texto cubano de Álvarez y colaboradores (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 (2007) y Kong y colaboradores (2021).

## CONSIDERACIONES FINALES

El programa analizado provee de aportes fundamentales al programa de la disciplina Matemática Aplicada de la carrera Ciencia de la Computación, Universidad de La Habana, requiere de actualización de la bibliografía y de transformación de la didáctica para la impartición de los contenidos de la disciplina, lo que se refleja en la modificación de las orientaciones metodológicas en el plan de estudio.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, M., Guerra, A., & Lau, R. (2012). *Matemática Numérica* (2nd ed.). Ediciones CUJAE.
- 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](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. (2007). *Métodos numéricos para ingenieros*. McGraw-Hill-Interamericana.
- Facultad de Ingeniería de Sistemas Computacionales. (2018). *Descripción de curso de la carrera de Licenciatura en Ciencias de la Computación*.
- 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](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.

Universidad de La Habana. (2017). *Plan de Estudio “E”, Carrera Ciencia de la Computación*.

### **Conflicto de interés**

No existen conflictos de intereses.