

Estrategia Didáctica para el proceso de enseñanza-aprendizaje de Series de Fourier en Ingeniería Eléctrica

Didactic strategy for the teaching-learning process of Fourier Series in Electrical Engineering

Lic. Juan Carlos Suárez López. Profesor Asistente. Centro de Estudios Matemática para las Ciencias Técnicas. Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría. Cuba.
Correo: jc@icb.cujae.edu.cu
ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-0229-7688>

Lic. Annel Sanchez Cobas. Profesor Instructor. Centro de Estudios de Matemática para las Ciencias Técnicas. Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría. Cuba.
Correo: annel@icb.cujae.edu.cu
ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-1144-3840>

Recibido: 27 de abril de 2025 Aprobado: 28 de mayo de 2025

Resumen

La enseñanza universitaria, en especial en la asignatura Matemática III, encuentra entre sus mayores retos el acceso de los estudiantes a una educación que les desarrolle las habilidades profesionales, permitiéndoles solucionar los problemas de su especialidad. El objetivo del trabajo es proporcionar una estrategia didáctica para desarrollar el proceso de enseñanza-aprendizaje de Series de Fourier en la asignatura Matemática III, del primer semestre del segundo año de la carrera de Ingeniería Eléctrica que se imparten en la Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría. La propuesta se basó en un análisis que utilizó el método histórico-lógico y el análisis-síntesis como métodos fundamentales, así como métodos empíricos. La estrategia didáctica propuesta, al dar seguimiento a los resultados académicos de los estudiantes, logrará una mejora sustancial en la apropiación, dominio y futura aplicación de los temas, tanto en la asignatura como en futuras asignaturas de la especialidad.

Palabras claves: Series de Fourier, enseñanza, modelación, perfeccionamiento, calidad

Abstract

University education, especially in the Mathematics III course, faces among its greatest challenges providing students with an education that develops their professional skills, enabling them to solve problems in their specialty. The objective of this work is to provide a didactic strategy to develop the teaching-learning process of Fourier Series in the Mathematics III course, during the first semester of the second year of the Electrical Engineering program taught at the Technological University of Havana José Antonio Echeverría. The proposal was based on an analysis that used the historical-logical method and analysis-synthesis as fundamental methods, as well as empirical methods. The proposed didactic strategy, by monitoring students' academic results, will achieve a substantial improvement in the appropriation, mastery, and future application of the topics, both in the current course and in future specialty courses.

Keywords: Fourier series, teaching, modeling, improvement, quality

Introducción

La ciencia y la tecnología en las últimas décadas muestran un gran aumento en sus avances lo que influye de manera directa o indirecta en las formas de vida, la información, la producción, las formas de pensar. Ante esta situación, la educación juega un papel trascendental en la formación integral del ser humano lo que exige una transformación general de individuos capaces de enfrentar de manera satisfactoria los requerimientos de la sociedad. En particular la educación universitaria con capacidad para crear, analizar, investigar e innovar es fundamental por ser el nivel encargado de la formación de profetar nuevas tecnologías que se requieren para el desarrollo de una nación.

Creative Commons Attribution 4.0 International License
Platform & workflow by OJS/PKP



Actualmente, se sostiene la necesidad de plantear una educación superior que tienda a la adquisición y desarrollo de nuestros educandos. En el sector educativo de Cuba se asume explícitamente esa intención. La Educación Superior en el presente siglo, dadas las exigencias del desarrollo y los desafíos que impone la competitividad global, requiere de diversas modificaciones en su calidad de fuente permanente de formación y perfeccionamiento. La educación superior cubana necesita una nueva visión en la interacción entre estudiantes, profesores y el uso de asistentes matemáticos en la resolución de problemas, exigiendo la creación de nuevos modelos de enseñanza y aprendizaje, nuevos procedimientos y estrategias de búsqueda, organización, procesamiento y utilización de información, así como nuevos enfoques formativos contemplando en ellos las oportunidades y retos de estas tecnologías.

Los problemas que presentan los estudiantes de segundo año de la carrera de Ingeniería Eléctrica, son un reflejo de las dificultades existentes desde hace varios años, en cuanto a: tecnicismo algebraico, trabajo con sucesiones y series de números reales, la articulación entre el proceso de derivación e integración de funciones en una variable real, lo cual incide de forma relevante en la enseñanza de la matemática superior, ya que se necesita de un dominio adecuado de los conocimientos y habilidades precedentes para poder afrontar con éxito los nuevos contenidos.

Con bastante frecuencia hay ventajas al expandir una función en series ya que es fácil trabajar con unos pocos de los primeros términos para una buena aproximación. La funciones potencia son un ejemplo de un conjunto base para la expansión de funciones, en particular una Serie de

$T = \frac{2\pi}{\omega}$

Fourier es una expansión (desarrollo) de una función periódica $f(t)$ de período ω en la que el conjunto base es el conjunto de las funciones seno, obteniéndose un desarrollo de la

$$f(t) = A_0 + \sum_{n=1}^{\infty} A_n \sin(n\omega t + \phi_n)$$

A pesar de que la idea de desarrollar una función en la forma de una serie de este tipo fue usada por Bernoulli, D'Alembert y Euler(1750) para resolver problemas asociados con la vibración de un resorte, fue Joseph Fourier(1768-1830) quien desarrolló el método hasta un nivel en el que es útil en casos más generales. Cuando Fourier, un físico francés, postuló en 1807 que una función arbitraria $f(t)$ puede ser representada por una serie trigonométrica de la forma

$$\sum_{n=0}^{\infty} (A_n \cos n\omega t + B_n \sin n\omega t)$$

, el resultado fue considerado tan sorprendente que encontró oposición considerable de algunos matemáticos entre los que se destacan: Laplace, Poisson y Lagrange pues cuestionaban su trabajo por su falta de rigor retrasando este trabajo suyo hasta 1822 en su texto clásico (Teoría analítica del calor).

La tarea de dar al trabajo de Fourier un mayor rigor matemático fue emprendida más tarde por Dirichlet (1830) y subsecuentemente por Riemann. Además de su uso en la resolución de problemas con valores en la frontera asociados con ecuaciones diferenciales parciales, el análisis de las series de Fourier es central en muchas otras aplicaciones en ingeniería.

Las series de Fourier proporcionan la herramienta ideal para analizar la respuesta en estado estacionario para tales señales periódicas de entrada ya que nos permiten representar las señales como sumas infinitas de senoides.

La enseñanza es un proceso que asegura el avance de una sociedad dentro de un marco educativo, fortalece destrezas cognitivas, optimiza los aprendizajes en los educandos; sustenta Zambrano (2019) la pedagogía como saber filosófico y científico, orienta en teoría con métodos al proceso educativo y enseña en la práctica con técnicas; desarrolla destrezas en el alumno; a través de la didáctica, se planifica desde la reflexión del docente, el ser, el entorno social y



cultural (p. 5-9). De otro lado Sevillano & Vásquez (2014), citados en Zárate (2020) exponen que las estrategias didácticas son instrucciones de enseñar y aprender, realizan acciones de forma reflexiva y pensada. En relación al aprendizaje significativo, señala López (2010, p. 28), citado en Nieva & Martínez (2019, p. 5) que el aprendizaje parte de la realidad objetiva, influyente para sus conocimientos y habilidades significativas, en interrelación sujeto (alumno) y objeto (realidad) del conocimiento. Para Díaz & Hernández (2002), citado en Córdoba & Marroquín (2018) construir los significados nuevos, involucran relacionar experiencias y saberes previos reajustando los esquemas cognitivos; pensar, sentir y actuar. Sustentan Roys & Pérez (2018)¹ al utilizar estrategias de planificación, habilidades de interacción social y recurso para la información, se logra mayor eficacia; asimismo Blanquiz & Villalobos (2018) hacen énfasis al uso de estrategias innovadoras a nivel de los docentes; para que el estudiante desarrolle destrezas educativas.

De aquí aunque los diseños curriculares de todas las carreras del país han tenido cambios al ajustarse a las concepciones inherentes al diseño de esta nueva generación de planes de estudio, ello implica que se han tenido que diseñar nuevas disciplinas, asignaturas, estrategias curriculares y la forma en que son asumidas durante el proceso docente educativo en correspondencia con las exigencias actuales.

En el presente trabajo se propone el diseño de una estrategia didáctica para el trabajo con las Series de Fourier, ajustado al nuevo plan de estudio E para la carrera de Ingeniería Eléctrica en la Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría.

Desarrollo

Los cambios vertiginosos en el conocimiento científico y tecnológico, así como la conformación de una economía mundial globalizada en la sociedad actual, plantean a la educación nuevos retos y mayores niveles de complejidad en la preparación del individuo.

El encargo social en la formación de los profesionales de la Educación Superior en el país se refleja en el perfil profesional de los diseños curriculares de las diferentes especialidades, definiendo los campos de actuación en los que estos profesionales desarrollarán su labor.

En el caso particular de las carreras de ingeniería, una de las actividades principales que caracteriza dicho perfil profesional es la solución de problemas prácticos en su esfera laboral. Para ello, además, debe ser capaz de comunicarse en el lenguaje universal de los profesionales de las Ciencias Técnicas.

Se emplearon métodos del nivel teórico, como el analítico-sintético y el histórico-lógico. Del nivel empírico, se utilizó la revisión de documentos, entrevistas, observación del desempeño, pruebas pedagógicas y consulta con expertos.

El método analítico-sintético se aplicó en el análisis del contenido de fuentes bibliográficas relacionadas con el aprendizaje de los estudiantes en los contenidos de Series de Fourier. A partir del empleo de dispositivos móviles como mediadores didácticos para el trabajo con diferentes asistentes, se expresó la esencia del contenido, lo que servirá como referencia para la elaboración del procedimiento metodológico. También se utilizó para identificar las regularidades del diagnóstico.

El método histórico-lógico se empleó para valorar cómo ha evolucionado el aprendizaje de los estudiantes en los contenidos de estadística mediante el uso de dispositivos móviles como mediadores didácticos para el trabajo con diversas aplicaciones, siguiendo los criterios de distintos autores e investigadores en la materia.

¹ Roys, J. & Pérez,(comunicación personal, 17 de mayo, 2018)



La revisión documental permitió profundizar en la fundamentación del tema, además de desarrollar sistemas de clases, orientaciones metodológicas, programas de asignaturas y tesis de maestría y doctorado.

La entrevista a estudiantes permitió identificar insuficiencias y fortalezas en el aprendizaje, mediante el empleo de dispositivos móviles como mediadores didácticos para el trabajo con aplicaciones estadísticas en la carrera de Ingeniería Eléctrica.

La entrevista a profesores posibilitó la valoración de la experiencia docente en la dirección del aprendizaje, a partir del empleo de dispositivos móviles como mediadores didácticos en el uso de asistentes educativos.

La observación del desempeño se utilizó para diagnosticar el nivel de aprendizaje alcanzado en el uso de Series de Fourier por los estudiantes de Ingeniería Eléctrica en la Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría. Permitió registrar los cambios en su desempeño durante las fases de inicio, ejecución y culminación de la investigación.

El diseño curricular de la disciplina Matemática Superior para las carreras de Ciencias Técnicas, específicamente Ingeniería Eléctrica, requiere un proceso de perfeccionamiento con modificaciones sustanciales en la resolución de problemas mediante el uso de Series de Fourier, combinando este enfoque con el uso de asistentes matemáticos de manera racional.

La implementación de asistentes matemáticos, junto con un enfoque más práctico de la teoría, resulta clave para el análisis y diseño en sistemas de ingeniería. Este enfoque constituye una propuesta de solución que prioriza la formación de profesionales de perfil amplio, preparados para asumir una formación continua con mayor protagonismo y autonomía durante los estudios universitarios en Cuba.

La asignatura Matemática III incluye el contenido de Series de Fourier dentro de la siguiente distribución de temas:

- Series Numéricas y Series de Funciones: 34 horas
- Ecuaciones Diferenciales Ordinarias: 30 horas
- Aplicaciones Lineales y Diagonalización de Endomorfismos: 8 horas
- Ecuaciones Diferenciales en Derivadas Parciales: 8 horas

De las 80 horas de la asignatura, el contenido de Series de Fourier corresponde a 10 horas dentro del primer tema.

Los objetivos generales referentes a Series de Fourier incluyen:

- Describir, definir y formular los conceptos de serie trigonométrica de Fourier y coeficientes de Fourier en una función.
- Enunciar e interpretar las condiciones de Dirichlet, así como el teorema sobre la convergencia de una serie trigonométrica de Fourier.
- Describir las características del desarrollo de Fourier para funciones pares e impares, formulando las modificaciones en las fórmulas de los coeficientes de Fourier para este tipo de funciones.
- Determinar el desarrollo trigonométrico de Fourier de una función definida en un intervalo, enunciando el concepto de medio recorrido.
- Determinar el desarrollo de Fourier de funciones definidas en distintos intervalos.
- Aplicar derivación e integración término a término en Series de Fourier.

Es importante destacar que el último objetivo se incluye debido a su relevancia, ya que el deseo de obtener la derivada o la integral de una serie de Fourier surge en diversas aplicaciones.



Mientras los efectos suavizantes del proceso de integración tienden a eliminar discontinuidades, el proceso de derivación tiene el efecto contrario, lo que hace más viable la integración de una serie de Fourier que su derivación.

El diseño de la estrategia didáctica y su influencia en el desarrollo de habilidades propias de la asignatura

La estrategia didáctica propuesta está estructurada en una secuencia de actividades iniciales, intermedias y de aplicación de control, con la recomendación de que estas se integren a la guía de ejercicios prácticos de la asignatura de forma ordenada y articulada. Esto permite que los estudiantes avancen paulatinamente en el logro de los objetivos, iniciando con acercamientos al contenido y progresando hacia niveles más amplios de comprensión y generalización.

La secuencia didáctica planteada se ha estructurado de forma extendida, considerando en todo momento el uso en paralelo de asistentes matemáticos. La propuesta abarca un tiempo mayor al establecido en el programa de la asignatura Matemática III, desarrollándose en actividades iniciales, intermedias, de aplicación y de control, organizadas de manera ordenada para facilitar el avance gradual de los estudiantes en el cumplimiento de los objetivos de aprendizaje.

Diversos investigadores, entre los que se encuentran Arteaga et al. (2019), Fernández et al. (2017), González et al. (2015), Martínez (2018), Ortiz y Mejías (2019), Sánchez (2023) y Zenteno et al. (2020), han analizado en sus estudios el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje en esta disciplina mediante el uso de software educativos o asistentes matemáticos.

Por lo tanto, resulta imprescindible establecer nuevos retos en la enseñanza de este tema para que los estudiantes puedan asimilarlo correctamente, alcanzar los objetivos propuestos y desarrollar las habilidades necesarias para su estudio. A continuación, se presentan algunas cuestiones que, según el criterio de los autores, deben ser atendidas e incorporadas en la estrategia didáctica:

1. **Elaboración de materiales didácticos** que permitan a los estudiantes reforzar de manera autónoma los contenidos esenciales para abordar el estudio del tema. Entre estos se incluyen la integración por partes, el trabajo con funciones seccionalmente continuas en un intervalo cerrado, la realización de extensiones periódicas y/o prolongaciones, la resolución de ejercicios hasta la formulación de la serie de Fourier, el análisis de la convergencia de la serie y la obtención del gráfico del desarrollo trigonométrico de Fourier.
2. **Incremento en el uso de tecnologías de la información y las comunicaciones**, orientado a potenciar la motivación y la autonomía de los estudiantes.
3. **Vinculación del tema con contenidos de la asignatura Variable Compleja y Cálculo Operacional**, estableciendo las bases necesarias para la futura aplicación de la Transformada de Fourier.
4. **Conexión con contenidos relacionados con el perfil profesional**, garantizando su pertinencia dentro del campo de formación de los estudiantes.
5. **Fortalecimiento del trabajo metodológico colectivo entre los docentes de la asignatura Matemática III**, promoviendo estrategias colaborativas en la enseñanza.
6. **Implementación de asistentes matemáticos** como Excel, Derive, Matlab, GeoGebra, entre otros, para facilitar el desarrollo de los contenidos.
7. **Priorización del enfoque estratégico del colectivo docente** y su articulación con el eslabón de base como elemento clave en la implementación del proyecto curricular.
8. **Ejercitación práctica**, mediante la resolución de problemas y análisis de funciones en el contexto de la serie de Fourier, como los siguientes ejemplos:



- Obtención del desarrollo en serie de Fourier de funciones periódicas definidas en distintos intervalos.
 - Expresión de cargas sobre las placas de un capacitor como un desarrollo en serie de Fourier.
 - Representación de respuestas recortadas en rectificadores de media onda mediante la expansión en serie de Fourier.
 - Análisis de la convergencia de series de Fourier en distintos casos prácticos.
 - Uso de las series de Fourier para determinar la expansión de funciones periódicas en sistemas eléctricos y electrónicos.
9. **Evaluación y selección de contenidos específicos**, considerando gráficos, expresiones analíticas, condiciones de Dirichlet y desarrollos asociados a Fourier, con ejercicios que permitan completar y seleccionar respuestas según el caso.
10. **Prolongaciones y/o extensiones periódicas**, adaptadas a distintos valores de parámetros, permitiendo evaluar el comportamiento de los desarrollos de Fourier bajo diversas condiciones.

Conclusiones

La enseñanza del tema **Series de Fourier** en este nuevo contexto impone retos a los docentes, quienes deben contribuir al desarrollo de un pensamiento productivo, creador y científico en el estudiante de ingeniería.

La atención a los contenidos establecidos en el programa de la asignatura, especialmente a los objetivos que se persiguen y a las habilidades que se pretende desarrollar, resulta de suma importancia por parte del profesorado.

Es importante la conexión entre los contenidos y el uso de asistentes matemáticos diseñados para el nivel universitario.

Proporcionar seguimiento a los resultados académicos de los estudiantes en el estudio de este contenido permitirá plantear nuevas propuestas orientadas al progreso continuo del proceso de enseñanza.

Referencias Bibliográficas

- Arcila Dager E., Quintana Valdés A., & Uribe Villegas V. (2024). Fundamentos teórico-metodológicos en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Ecuaciones Diferenciales. *Órbita Científica*, 30(128). Recuperado a partir de <http://revistas.ucpejv.edu.cu/index.php/rOrb/article/view/2571>
- Arteaga, E., Medina, J. F., del Sol, J.L. (2019). El Geogebra: una herramienta tecnológica para aprender Matemática en la Secundaria Básica haciendo matemática. *Conrado*, 15(70), 102-108.
<https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/article/view/1112/1121>
- Blanquiz, Y. & Villalobos, M. (2018). Estrategias de enseñanza y creatividad del docente. *Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales Universidad Privada Dr. Rafael Beloso Chacín*. <https://n9.cl/kqw66>
- Castillo Ramírez, J. B. (2020). Sistema de prácticas de laboratorio para circuitos de corriente alterna en entornos cuánticos. *Repositorio Hulago Universidad de Pamplona*. <http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/handle/20.500.12744/4774>.



- Córdoba, D. & Marroquín, H. (2018). Improvement of academic performance with the application of metacognitive strategies for meaningful learning. Revista UNI-MAR, 15(30). <https://doi.org/10.31948/unimar.36-1>
- Fernández, I., Riveros, V. y Montiel, G. (2017). Software educativo y las funciones matemáticas. Una estrategia de apropiación. Omnia, 23(1), 9–19. <https://produccioncientificaluz.org/index.php/omnia/article/view/22994/22980>
- González, J. F., Soler, G., y Mesa, N. (2015). Los software de geometría dinámica y su impacto en la preparación inicial de los profesores de matemática. Revista Varela, 15(41), 118–132. <http://revistavarela.uclv.edu.cu/index.php/rv/article/view/198>
- Martínez, Y. (2018). Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones para el proceso de enseñanza-aprendizaje del álgebra. [Tesis de doctorado], Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. <https://dspace.uclv.edu.cu/server/api/core/bitstreams/470e38f1-b473-4476-b98d-dcf178059fe7/content>
- Mex, N. (2019). Secuencia Didáctica del Proyecto de Recomendaciones Literarias. En Planeación didáctica y evaluación socioformativa para contextos vulnerables desde la socioformación. <https://www.researchgate.net/profile/Nicte-Mex>
- Oñate Pérez, J. A. (2021). Los ejercicios anaeróbicos en la condición física en los escolares, Universidad Técnica de Ambato-Facultad de Ciencias Humanas y de la Educación-Carrera de Pedagogía de la Actividad Física y Deporte.
- Ortiz, C.A. y Mejías, M.E, (2019). Geogebra como herramienta en la enseñanza del cálculo para adquirir competencias en estudiantes de ingeniería. ANFEI Digital, 11. <https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/610>
- Ruiz Mulet T., González Hernández N.,& Reyes González A. (2024). Secuencia Didáctica para favorecer el proceso de enseñanza-aprendizaje de las curvas de segundo grado. <https://revistas.ucpejv.edu.cu/index.php/rOrb/article/view/2439>
- Roldan Yance, F. V., Mendiburu Rojas, A. F Intriago Alcívar, G. C. & Uhsca Cuzco, N. E. (2022). Estrategia didáctica para promover un aprendizaje significativo en estudiantes de unidades educativas ecuatorianas. Revista Conrado, 18(S4), 448-457.
- Sánchez, C. (2023). Las competencias matemáticas y el empleo de las tecnologías en estudiantes de bachillerato en México. Revista Varela, 23(64), 24-37. <http://revistavarela.uclv.edu.cu/index.php/rv/article/view/14722489>
- Zambrano, A. (2019). Naturaleza y diferenciación del saber pedagógico y didáctico. Pedagogía y Saberes, (50). <https://doi.org/10.17227/pys.num50-9500Z>
- Zárate, A. (2020). Proyecto de investigación para la elaboración de un sistema de estrategias didácticas para el desarrollo del aprendizaje significativo. Revista Di-lemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores.DOI:10.46377/dilemas.v34i1.2210
- Zenteno, F. A., Carhuachín, A. y Rivera, T.A. (2020). Uso de software educativo interactivo para la enseñanza y aprendizaje de la matemática en educación básica, Región Pasco. Horizonte de la Ciencia, 10(19), 178-190. <https://doi.org/10.26490/uncp.horizonteciencia.2020.19.596>

Declaración de conflicto de interés y conflictos éticos

Los autores declaramos que este manuscrito es original, no contiene elementos clasificados ni restringidos para su divulgación ni para la institución en la que se realizó y no han sido publicados con anterioridad, ni están siendo sometidos a la valoración de otra editorial.



Los autores somos responsables del contenido recogido en el artículo y en él no existen plagios, conflictos de interés ni éticos.

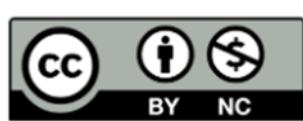
Contribuciones de los autores

Juan Carlos Suárez López: redacción del artículo.

Annel Sánchez Cobas: revisión de todo el contenido, su redacción y estructura.



Creative Commons Attribution 4.0 International License
Platform & workflow by OJS/PKP



Pág. 8

