



Contribución para el desarrollo del tema: series y ecuaciones diferenciales

Contribution to the development of the topic: Series and Differential Equations

Artículo de investigación

AUTOR (ES):

Juan Carlos Suárez López¹

Correo electrónico: jc@icb.cujae.edu.cu

Código orcid: <https://orcid.org/0009-0003-0229-7688>

Instituto de Ciencias Básicas. Centro de Estudios de Matemáticos. Universidad Tecnológica de La Habana. José Antonio Echeverría. La Habana. Cuba.

Annel Sánchez Cobas²

Correo electrónico: annel@icb.cujae.edu.cu

Código orcid: <https://orcid.org/0009-0004-1144-3840>

Instituto de Ciencias Básicas. Centro de Estudios de Matemáticos. Universidad Tecnológica de La Habana. José Antonio Echeverría. La Habana. Cuba.

Recibido	Aprobado	Publicado
5 de mayo de 2023	13 de julio de 2023	10 de septiembre de 2023

RESUMEN

En la actualidad, es decisivo formar profesionales competentes, comprometidos y creativos capaces de abordar los problemas de su campo y resolver los desafíos actuales. En Cuba, esto se refleja en el perfil profesional de diseños curriculares de educación superior, donde se definen los campos de actuación de

¹ Docente e investigador. Investiga en tono a temáticas sobre las ciencias médicas.

² Docente. Ha participado en resultados de investigación cuya línea está enfocada a las aplicaciones de la matemática.



Artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons.
Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0)



los profesionales. En el caso de las carreras de ingeniería, la resolución de problemas prácticos es fundamental. El avance científico, los métodos de investigación y la tecnología hacen necesario mejorar la preparación de los futuros ingenieros. El objetivo del presente trabajo es fundamentar la contribución del diseño de un folleto de preparación y entrenamiento, incidiendo directamente en el proceso de enseñanza-aprendizaje del tema "Series y ecuaciones diferenciales". Empleando los siguientes métodos teóricos: análisis documental, análisis histórico-lógico y dentro del nivel empírico: la observación pedagógica, entrevista y la revisión de documentos. Su novedad radica en proporcionar al estudiante un texto complementario aplicando los conocimientos en esta materia de forma integradora

Palabras clave: enseñanza, modelación, perfeccionamiento, tecnicismo algebraico.

ABSTRACT

Nowadays, it is decisive to train competent, committed and creative professionals capable of addressing the problems in their field and solving current challenges. In Cuba, this is reflected in the professional profile of higher education curricular designs, where the fields of action of professionals are defined. In the case of engineering careers, solving practical problems is essential. Scientific progress, research methods and technology make it necessary to improve the preparation of future engineers. The objective of this work is to support the contribution of the design of a preparation and training brochure, directly influencing the teaching-learning process of the topic "Series and differential equations". Using the following theoretical methods: documentary analysis, historical-logical analysis and within the empirical level: pedagogical observation, interview and document review. Its novelty lies in providing the student with a complementary text applying knowledge in this subject in an integrative way.

Keywords: teaching, modeling, improvement, algebraic techniques.



Artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons.
Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0)



INTRODUCCIÓN

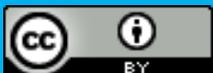
La universidad debe ser entendida como un entorno académico, científico e intelectual de crucial importancia para la consolidación y fortalecimiento de los valores humanos y de responsabilidad ciudadana, como la mayor y principal proveedora de oportunidades de aprendizaje y de generación de nuevos conocimientos al más alto nivel científico. Debe ser capaz de incrementar el impacto social de la actividad de investigación-desarrollo-innovación y extensión en vínculo con la sociedad, con la que aprende y crece para influir en su perfeccionamiento, a la que se integra para lograr un mayor desarrollo y generar estabilidad y bienestar de forma sustentable.

Se hace necesario que la educación superior cubana requiera de una nueva perspectiva 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.

El presente trabajo es el resultado de la experiencia profesional y del análisis de los autores, donde se reflexiona acerca de las particularidades de la enseñanza del tema “Series y ecuaciones diferenciales”, se propone el diseño y la implementación de un folleto de entrenamiento en apoyo al estudio y evaluación de este, con la finalidad de potenciar un mejor aprovechamiento y una mayor motivación de los estudiantes.

Desarrollo

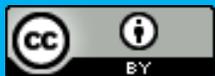
En la disciplina Matemática Superior para las carreras de corte ingenieril, su diseño curricular, específicamente el de Ingeniería Eléctrica, necesita de un proceso de perfeccionamiento, con modificaciones sustanciales en la resolución de problemas usando las series y ecuaciones diferenciales, combinando estas con el empleo de asistentes matemáticos donde se requiera más de su uso racional, apoyando esta interrelación con un folleto de entrenamiento diseñado para el mejoramiento y aprovechamiento de estas temáticas.





Objetivos generales de la disciplina Matemática:

1. Asumir una concepción científica del mundo al interpretar los conceptos del cálculo diferencial e integral, el álgebra lineal, la geometría analítica, las series, las ecuaciones diferenciales, la matemática numérica, la variable compleja y cálculo operacional y la teoría de las probabilidades y la estadística, como resultados de la ciencia matemática que constituyen un reflejo de la realidad material, para lo cual se hará énfasis en la modelación y comprensión de los fenómenos aleatorios y determinísticos contextualizados a la carrera.
2. Interpretar cómo la historia de la matemática ha estado esencialmente vinculada con las necesidades de la vida material de la sociedad, a partir de su análisis en el transcurso de la disciplina.
3. Educar la personalidad del futuro egresado, logrando inculcar los más altos valores morales y éticos de nuestra sociedad socialista como la responsabilidad, el compromiso individual y grupal, la honestidad, la modestia, la humildad, la solidaridad, la responsabilidad social y el patriotismo revolucionario, a partir de sus motivaciones e intereses individuales y a través del intercambio espontáneo o tareas comunicativas diseñadas por el profesor para este fin.
4. Desarrollar un pensamiento crítico y hábitos de proceder reflexivo que le permitan una constante autoevaluación, la evaluación del trabajo de otros compañeros y del grupo, e inferir conclusiones, acerca del objeto o fenómeno bajo estudio.
5. Desarrollar la avidez por aprender a partir de un aprendizaje basado en la búsqueda consciente, significativa y con sentido personal de los conceptos fundamentales de la disciplina, para lo cual deben ser diseñadas actividades docentes e investigativas que conlleven a la constante búsqueda de nuevas fuentes de información y de conocimientos.
6. Caracterizar, interpretar, comunicar y aplicar los conceptos y principales resultados de la disciplina, mediante una correcta utilización del lenguaje matemático en sus formas analítica, gráfica, numérica y



Artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons.
Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0)



verbal, centrando la atención en los modelos matemáticos, como invariante esencial del conocimiento y en los nodos de articulación con las restantes asignaturas y disciplinas.

7. Analizar, modelar y resolver problemas relacionados con el modelo del profesional de la carrera y con otras disciplinas, utilizando los recursos y los métodos matemáticos estudiados, las estrategias heurísticas y metacognitivas y los asistentes matemáticos, a partir de escoger en cada caso el método que se ajusta al problema en dependencia de los datos disponibles, de la respuesta que se desea hallar y de los medios con que se cuente para su solución.

A partir de los objetivos mencionados anteriormente, se pretende desarrollar la capacidad de razonamiento y de las formas del pensamiento lógico mediante la asimilación de elementos de la lógica matemática, la comprensión de la demostración de propiedades y teoremas, el trabajo con los conceptos matemáticos, la identificación e interpretación de los mismos, la argumentación lógica de propiedades de los objetos matemáticos y la demostración de resultados teóricos sencillos, mediante el empleo de los métodos analíticos, gráficos y/o numéricos.

Ahora comenzamos realizando el análisis en cuestión de las horas de distribución:

Asignatura: Matemática III

Datos generales:

Disciplina	Matemática
Carrera	Ingeniería Eléctrica
Año académico	2do
Semestre	1ero
Total de horas	80
Horas de Conferencia	28
Horas de clases prácticas	48
Horas de Seminarios	4



Artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons.
Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0)



Horas de Prueba Parcial

4

Objetivos de la asignatura:

Los objetivos generales referentes al tema "Series y ecuaciones diferenciales" en la asignatura Matemática III, son los siguientes:

- Discutir los conceptos de sucesión, sucesión creciente y decreciente, sucesión acotada, límite de una sucesión, sucesión convergente o divergente y sucesión de Cauchy. Definir la condición necesaria y suficiente para que una sucesión converja.
- Determinar el término general de una sucesión, dados los primeros términos de esta en casos sencillos, clasificación de una sucesión, límite de una sucesión conocido su término general y si una sucesión dada es convergente o divergente.
- Describir los conceptos de serie, serie convergente o divergente, suma de una serie convergente. Deducir la condición necesaria para la convergencia de una serie.
- Determinar el carácter de una serie a partir del límite de sucesión de sumas parciales, aplicando el criterio del término general, usando los criterios de comparación, además del cociente, la raíz y la integral.
- Describir las características de las series armónica, hiperarmónica de orden p y geométrica y enunciar los teoremas de linealidad y de adición y supresión de términos en una serie y calcular suma de una serie geométrica.
- Describir los conceptos de series de signos alternos, series absoluta o condicionalmente convergente. Enunciar los teoremas de la convergencia absoluta y el de Leibniz para series de signos alternos.
- Describir los conceptos de series de potencias, radio, intervalo y dominio de convergencia de una serie de potencias y función suma de esta.
- Describir el método para determinar el intervalo de convergencia de una serie de potencias aplicando los criterios del cociente y la raíz.



Artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons.
Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0)



- Determinar si una serie dada es de potencias partiendo de la definición y el intervalo de convergencia de una serie de potencias, aplicando el método anterior.
- Enunciar las propiedades de las funciones definidas mediante series de potencias y la relación que existe entre los intervalos de convergencia de una serie de potencias y la obtenida por derivación.
- Aplicar las propiedades de derivación e integración término a término de las series de potencias para obtener otras series.
- Enunciar el teorema de la unicidad para funciones definidas por series de potencias y las principales operaciones con series de potencias: suma, resta, producto y composición de desarrollos.
- Obtener las series de Taylor y Maclaurin generadas por diferentes funciones, calculando los coeficientes, así como obtener la representación en series de potencias de nuevas funciones a partir de los desarrollos conocidos y las propiedades y operaciones con series de potencias.
- Enunciar las condiciones que debe cumplir una función para que la serie de Taylor engendrada por ella converja hacia la propia función.
- Determinar una cota del error que se comete al estimar la suma de una serie convergente por la suma de un número finito de términos y el menor número de términos para lograr que el error cometido sea menor que una cota prefijada, aplicando la fórmula del error y la regla de Leibniz.
- Determinar, dada la cota del error y el número de términos, el intervalo donde es válida una fórmula aproximada.
- Describir, definir y formular los conceptos de serie trigonométrica de Fourier y de coeficientes de Fourier en una función.
- Enunciar e interpretar las condiciones de Dirichlet, así como el teorema que establece la convergencia de una serie trigonométrica de Fourier.
- Describir las características del desarrollo de Fourier para funciones pares e impares y formular las modificaciones a 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. Enunciar el concepto de medio recorrido.
- Determinar el desarrollo de Fourier de funciones definidas para $x > 0$ o $x < 0$.
- Aplicar derivación e integración término a término de Series de Fourier.
- Enunciar el concepto de ecuación diferencial, ecuación diferencial en derivadas parciales, las nociones de orden, grado y solución de una ecuación diferencial en derivadas parciales y la noción de condiciones iniciales y de frontera.
- Describir las principales ecuaciones de la Física-Matemática y el método de solución de una ecuación diferencial en derivadas parciales, sujeta a condiciones iniciales y de frontera, por el método de separación de variables.
- Enunciar el principio de superposición generalizado y aplicarlo en la solución de un problema con condiciones iniciales y de frontera para obtener formalmente una solución en forma de serie.
- Aplicar los conceptos y procedimientos que permiten obtener una matriz asociada a una aplicación lineal y obtener el núcleo de la aplicación lineal.
- Aplicar los conceptos y procedimientos que permiten calcular los valores y los vectores propios asociados a una matriz y clasificarla como diagonalizable o no diagonalizable.
- Definir el concepto de ecuación diferencial lineal de orden n (EDOL) y clasificarla en base al término independiente y sus coeficientes.
- Reconocer cuándo se está en presencia de un problema del valor inicial o del valor de frontera.
- Enunciar el teorema de existencia y unicidad para el problema del valor inicial.
- Identificar las EDOL que admiten rebaja del orden y conocer el procedimiento de rebaja de orden correspondiente.
- Conocer el concepto de dependencia lineal de un sistema de funciones y su interrelación con el Wronskiano asociado al mismo.





- Enunciar el teorema fundamental para la solución de EDOLH y describir su empleo en la solución de una EDOLH con coeficientes constantes.
- Enunciar el teorema fundamental para la solución de EDL no homogéneas
- Definir el concepto de operador anulador y conocer sus formas más comunes
- Describir el método de los coeficientes indeterminados para obtener una solución particular de una EDOLNH con coeficientes constantes
- Describir el método de variación de parámetros para obtener una solución particular de una EDOLNH.
- Resolver sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden con coeficientes constantes utilizando valores y vectores propios.
- Modelar y resolver problemas simples mediante sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias.

A continuación se muestra la distribución de los contenidos de la asignatura Matemática III:

Secuencia de actividades:

No.	Sem.	Act.	Temas
1	1	C 1	Sucesiones y Series numéricas. Definición de sucesión numérica. Sucesiones monótonas y límite de sucesiones. Definición de serie numérica. Sumas parciales. Definición de serie convergente. Series divergentes. Condición necesaria de convergencia. Criterio del término n-ésimo.
2		C 2	Series de términos positivos. Series de signos arbitrarios. Series alternantes. Condiciones suficientes de convergencia. Convergencia absoluta. Teoremas. Convergencia condicional. Teoremas.
3	2	CP 1	Sobre C1
4		CP 2	Sobre C1 y C2
5		CP 3	Sobre C1 y C 2



Artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons.
Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0)



6	3	C3	Series de funciones. Series de potencias. Teorema de Abel. Radio, intervalo y dominio de convergencia. Diferenciación e integración de series de potencias. Otras operaciones con series de potencias (suma, resta, sustituciones). (Entrega del seminario #1)
7		C4	Desarrollos en series de potencias: Significado de “Desarrollar una función en serie de potencia”. Serie de Taylor, serie de MacLaurin. Desarrollos de funciones elementales.
8	4	CP 4	Sobre C3
9		CP 5	Sobre C4
10		CP 6	Sobre C3 y C4
11	5	C5	Series de Fourier. Definiciones preliminares (función periódica, y seccionalmente continua, período, oscilación armónica, fase y frecuencia). Serie trigonométrica. Series de Fourier. Obtención de los coeficientes de Fourier. Criterio suficiente de convergencia para desarrollar una función en serie de Fourier. Criterio de Dirichlet.
12		C6	Otros desarrollos de funciones en series de Fourier: Desarrollos en series de funciones no periódicas. Desarrollos de funciones definidas en intervalos de longitud menor que el período deseado. Desarrollos de medio recorrido.
13	6	CP7	Sobre C5
14		CP8	Sobre C6
15		CP9	Sobre C5 y C6
16	7	S1	Seminario sobre C1 hasta C6
17		PP1	Desde C1 hasta C6
18	8	C7	Ecuaciones diferenciales ordinarias: Definiciones preliminares (orden, grado y solución de una EDO). Problema de Cauchy. Teorema de existencia



Artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons.
Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0)



			y unicidad de la solución. Definición de soluciones singulares. Ecuaciones diferenciales de variables separadas y separables. (Entrega del seminario 2)
19		C8	EDO integrables en cuadraturas. Ecuaciones diferenciales exactas o en diferenciales totales. Ecuaciones diferenciales lineales de primer orden. Cambios de variable que conducen a los tipos de ecuaciones estudiadas. Algunos problemas de aplicación (problemas de trayectorias, problemas de la física y de la ingeniería)
20		CP10	Sobre C7
21	9	CP11	Sobre C8
22		CP12	Sobre C7 y C8
23	10	C9	Aplicaciones lineales. Definición de aplicación u operador lineal. Matriz asociada. Matrices semejantes. Imagen de un vector por una matriz ($y=Mx$, considerando las bases canónicas). Definiciones de núcleo de una aplicación lineal. Teoremas asociados. Definición de rango de una aplicación lineal. Endomorfismos. Isomorfismos.
24		CP13	Sobre la C9
25		C10	EDO de orden superior: Definiciones preliminares (problemas de Cauchy, y problemas de contorno). Ecuaciones diferenciales que admiten rebaja del orden. Ecuaciones diferenciales homogéneas con coeficientes constantes. Sistema fundamental de soluciones. Teoremas.
26	11	C11	EDO de orden superior no homogéneas. Teoremas sobre la estructura de la solución general. Método de variación del parámetro o de las constantes. Método de selección o de los coeficientes indeterminados para ecuaciones diferenciales con coeficientes constantes.
27		CP14	Sobre C10





28	12	CP15	Sobre C11
29		CP16	Sobre C10 y C11
30		S2	Sobre C7 a C11
31	13	PP2	Desde C7 a C11
32		C12	Diagonalización. Definiciones de matriz diagonalizable. Definición de valores y vectores propios. Teoremas asociados (subespacios vectoriales propios). Procedimiento para la obtención de los valores y subespacios vectoriales propios (ecuación característica). Definición de base propia. Teorema sobre la diagonalización. (Entrega del Seminario 3)
33	14	CP17	Sobre C12
34		C13	Sistemas de ecuaciones diferenciales lineales de primer orden: Forma matricial de un sistema de EDO de primer orden. Teorema de existencia y unicidad de la solución del Problema de Cauchy. Conjunto fundamental de soluciones. Definición de solución general. Sistemas lineales homogéneos. Método de solución: Valores y vectores propios. Ecuación característica. Teorema (forma de la solución general).
35		CP18	Sobre C13
36	15	S3	Sobre C12 y C13
37		C14	Ecuaciones diferenciales en derivadas parciales. Definiciones preliminares (orden, grado, conjunto solución). Ecuaciones diferenciales en derivadas parciales lineales de segundo orden. Problemas parabólicos: problema físico asociado. Método de Fourier para resolver el problema de la conducción del calor (condiciones de fronteras homogéneas).



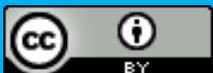


38	16	C15	Problemas hiperbólicos. Problema físico asociado, Método de Fourier para resolver el problema de la cuerda vibrante (condiciones de fronteras homogéneas).
39		CP19	Sobre C14 y C15
40		CP20	Sobre C14 y C15

Sin embargo, cabe destacar que este folleto también incorpora el uso de diversos asistentes matemáticos de acuerdo con el contenido ampliado en él, por lo que el impacto de las TIC en la sociedad influye en varios aspectos relacionados con la forma de pensar, apreciar y actuar, modificando aspectos cognitivos y axiológicos. En este contexto, Noriega (2019) sostiene que, si la educación desea cumplir su misión de satisfacer todas las necesidades humanas, debe replantear rápidamente sus metas, pedagogía y didáctica. A medida que la sociedad evoluciona a la luz de las oportunidades que ofrecen las tecnologías de la información, las escuelas deben hacer lo mismo. La introducción de las TIC en la educación implica la adaptación de diferentes áreas de enseñanza, así como la colaboración y formación de las partes interesadas, desde los padres hasta la dirección de los centros, incluyendo a los estudiantes y especialmente a los docentes (Avendaño, Hernández y Prada, 2021).

Las personas en contacto directo con los estudiantes deben recibir formación para crear un entorno de aprendizaje y enseñanza en el que las TIC puedan ayudar a alcanzar los objetivos mencionados. La introducción de las TIC en las instituciones educativas ha tenido un fuerte impacto e influencia en la educación, mejorando los recursos, la eficacia educativa, el desarrollo de la formación en nuevas fuentes de información y la optimización de la coordinación entre la escuela y la sociedad (Espinoza, 2018). La integración de las TIC en la educación implica promover el acceso universal a la educación para superar las diferencias de aprendizaje y apoyar el desarrollo docente para mejorar la calidad y la oportunidad de la enseñanza, fortaleciendo así la inclusión y mejorando la gobernanza educativa (Picón et al., 2021).

La relación entre las TIC y la educación inclusiva se puede analizar desde una doble perspectiva. Por un lado, su uso puede lograr una educación de calidad y eliminar las barreras que impiden la participación



Artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons.
Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0)



de todas las personas en el proceso educativo. Además, al facilitar el acceso a la información y potenciar las capacidades de las personas, estas tecnologías sirven como herramientas educativas para cambiar la actitud de las personas hacia la discapacidad, contribuyendo así a una educación inclusiva y de calidad.

Por tanto, se hace necesario plantearse retos en la enseñanza de este tema para que el estudiante pueda asimilarlo correctamente, alcanzar los objetivos propuestos y el desarrollo de las habilidades que se plantean con el estudio de este. De esta forma es que se enfatiza en la propuesta del diseño e implementación del uso de un folleto de entrenamiento como material adjunto combinado con el uso de asistentes matemáticos, el cual puede ser utilizado por su confección integradora de los ejercicios en ejemplificaciones de los contenidos tratados en conferencias, clases prácticas, seminarios, tareas evaluativas, pruebas parciales y exámenes ordinarios, extraordinario y final de período.

CONCLUSIONES

La enseñanza de los temas: “Series, ecuaciones diferenciales”, “Aplicaciones lineales y diagonalización de endomorfismos” y “Ecuaciones diferenciales en derivadas parciales” presentes en el programa de la asignatura Matemática III, en este nuevo contexto exige a los docentes nuevos retos para propiciar que el estudiante de ingeniería desarrolle un pensamiento productivo, creador y científico.

Es fundamental que los profesores presten atención a los contenidos establecidos en el programa de la asignatura, especialmente a los objetivos que se persiguen y a las habilidades de estudio que se pretenden desarrollar. Se propone implementar la adecuación basada en la experiencia profesional de los autores, la cual sirve como base para la estructuración didáctica del proceso de enseñanza-aprendizaje de las





Matemáticas en la modalidad del curso regular, y se considera que podría ser extendida a otros tipos de cursos.

Esta nueva estructura propuesta permite una mayor interrelación entre los contenidos y un mejor aprovechamiento. Además, acerca más a los estudiantes a los ejercicios de nivel aplicativo, ya que en cierta medida la bibliografía actual destinada a ellos no facilita el aumento del uso de ejercicios en esta dirección.

Los docentes que desempeñan su función educativa en esta materia, tanto en modalidad presencial como semipresencial, tienen la intención de aplicar esta nueva propuesta de evaluación en este tema. Considerando las características de sus estudiantes y las particularidades del perfil ingenieril en el que se desarrolla dicho tema, se busca generalizarla al resto de las carreras de ingeniería.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adams, R. A. & Essex, C. (2017). *Calculus A Complete Course*.
- Avendaño, W., Hernández, C., & Prada, R. (2021). *El docente universitario ante la emergencia educativa. Adaptación a las TIC en los procesos de enseñanza*. Educación y Humanismo. Vol. 23. Número 41, 27-46.
- Boyce, W. & Di Prima, R. (2017). *Elementary Differential Equations and Boundary Value Problems*.
- Brown, J. W. & Churchill, R. V. (2011). *Fourier Series and Boundary Value Problems*.
- Espinosa Ramos, E. (2008). *Sucesiones y Series Infinitas*.
- Espinoza, M. P. (2018). *La Tecnología Educativa en la Pedagogía del siglo XXI: una visión en 3D*. RIITE Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa. Volumen 2. Número 3, 1-15.
- González, Pérez, J. (2006). *Ecuaciones Diferenciales, Series de Fourier, Transformada de Fourier y Laplace*.
- Hwei P. Hsu. (1999). *Análisis de Fourier*.
- López Garza, F. G. & Martínez Ortiz, H. (2013). *Ecuaciones Diferenciales Parciales*.



Artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons.
Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0)



- Noriega, I. (2019). *Delineando criterios para la evaluación de tecnología educativa*. Educación Médica, Número 3. Volumen 20, 108-113.
- Picón, G., Caballero, G., & Sánchez, J. (2021). *Desempeño y formación docente en competencias digitales en clases no presenciales durante la pandemia COVID-19*. ARANDU UTI. Volumen 8. Número 1, 139-153.
- Toro del, M. (2010) *Tendencias en la utilización de las tecnologías de la información y la comunicación por los profesionales de la educación*. Revista VARONA (pp. 29-35). Número 51/2010 (julio-diciembre). ISSN: 0864-19X
- Urrutia, I. E. Formación por competencias. En Ortiz, T. y Sanz, T. (Coords). *Visión pedagógica de la formación universitaria actual*. La Habana: Editorial UH.2016.
- Zill, D.G. & Wright, W. (2014). *Ecuaciones Diferenciales con Problemas con Valores en la Frontera*

Declaración de conflictos y contribución de los autores

Los autores declaramos que este manuscrito es original y no se ha enviado a otra revista. Los autores somos responsables del contenido recogido en el artículo y en él no existen plagios ni conflictos de interés ni éticos.

Juan Carlos Suárez López y Annel Sánchez Cobas: llevar a cabo un proceso de investigación, Desarrollo o diseño de metodología, Preparación, creación y/o presentación del trabajo publicado, específicamente visualización/presentación de datos.

- Elaboración, creación y/o presentación del trabajo publicado, específicamente redacción del borrador inicial (incluida la traducción sustantiva).
- Preparación, creación y/o presentación del trabajo publicado por parte del grupo de investigación original, específicamente revisión crítica, comentario o revisión – incluyendo etapas previas o posteriores a la publicación.



Artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons.
Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0)