



El modelamiento matemático como estrategia del aprendizaje: estudio aplicado a la Transformada de Laplace

Mathematical modeling as a learning strategy: applied study of the Laplace Transform

A modelação matemática como estratégia de aprendizagem: estudo aplicado à Transformada de Laplace

Jorge Luis Conza-Jumbo ^I

jorge.conza5938@utc.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-0938-2829>

Kevin Astudillo-Quimbiulco ^{II}

kastudillo@imptekcorp.com

<https://orcid.org/0009-0005-3318-324X>

Daniel Narváez-Vaca ^{III}

danarvaez@uce.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0008-1792-1435>

Correspondencia: jorge.conza5938@utc.edu.ec

Ciencias de la Educación

Artículo de Investigación

* **Recibido:** 29 de julio de 2024 * **Aceptado:** 11 de agosto de 2024 * **Publicado:** 09 de septiembre de 2024

- I. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Naturales, Carrera de Biotecnología, Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC), Ecuador.
- II. IMPTEK - Chova del Ecuador, Ecuador.
- III. Facultad de Ciencias, Universidad Central del Ecuador, Ecuador.

Resumen

El artículo propone al modelamiento matemático como una estrategia efectiva de enseñanza-aprendizaje de la Transformada de Laplace. La hipótesis planteada refiere que el modelamiento matemático empleando un software de uso específico, como Matlab y sus herramientas correspondientes, incrementa el nivel de aprendizaje significativo de la Transformada de Laplace, así como la usabilidad de dicha transformada en el ámbito académico e industrial. La investigación se mantuvo bajo un enfoque mixto, empírico, con un diseño experimental y pragmático. La población de estudio se circunscribe al Distrito Metropolitano de Quito, con un total de 15 estudiantes pertenecientes al Instituto Superior Tecnológico Central Técnico de la carrera en mecánica industrial. La hipótesis fue comprobada empleando la prueba T-Student y los resultados alcanzados muestran la factibilidad de aplicabilidad de la estrategia planteada. Los resultados dejan abierta la posibilidad de extrapolar esta metodología de enseñanza a otras áreas de conocimiento.

Palabras clave: aprendizaje-significativo; didáctica; modelamiento; t-student; Transformada-de-Laplace.

Abstract

The article proposes mathematical modeling as an effective teaching-learning strategy for the Laplace Transform. The hypothesis states that mathematical modeling using specific software, such as Matlab and its corresponding tools, increases the level of meaningful learning of the Laplace Transform, as well as the usability of said transform in the academic and industrial field. The research was carried out under a mixed, empirical approach, with an experimental and pragmatic design. The study population is limited to the Metropolitan District of Quito, with a total of 15 students belonging to the Instituto Superior Tecnológico Central Técnico of the industrial mechanics career. The hypothesis was tested using the T-Student test and the results obtained show the feasibility of applicability of the proposed strategy. The results leave open the possibility of extrapolating this teaching methodology to other areas of knowledge.

Keywords: meaningful learning; didactics; modeling; t-student; Laplace Transform.

Resumo

O artigo propõe a modelação matemática como uma estratégia de ensino-aprendizagem eficaz para a Transformada de Laplace. A hipótese proposta afirma que a modelação matemática com recurso

a software de uso específico, como o Matlab e as suas ferramentas correspondentes, aumenta o nível de aprendizagem significativa da Transformada de Laplace, bem como a usabilidade da referida transformada no âmbito académico e industrial. A investigação seguiu uma abordagem mista, empírica, com um desenho experimental e pragmático. A população do estudo limita-se ao Distrito Metropolitano de Quito, com um total de 15 alunos pertencentes ao Instituto Técnico Superior Tecnológico Central da carreira de mecânica industrial. A hipótese foi testada através do teste T-Student e os resultados alcançados mostram a viabilidade de aplicabilidade da estratégia proposta. Os resultados deixam em aberto a possibilidade de extrapolar esta metodologia de ensino para outras áreas do saber.

Palavras-chave: aprendizagem significativa; didática; modelagem; t-aluno; Transformada de Laplace.

Introducción

Es fundamental iniciar este escrito enmarcando el alcance e importancia de la matemática, ciencia que, para Vivas, (2018) tiene su génesis en la búsqueda permanente de una verdad, cualquiera sea esta; en tal virtud, existe una relación simbiótica con todas las demás áreas de conocimiento, como la economía, geografía, pero sobre todo se desea resaltar esta coexistencia de la matemática con la filosofía. Todo esto se debe a que la matemática engloba a una gran de teorías, tesis y axiomas que pueden explicar muchos aspectos de la vida real, y en términos generales, nos permite comprender al universo.

Un modelamiento matemático implica una representación abstracta de problemas reales mediante ecuaciones diversas. El modelamiento es un camino adecuado para disminuir las dificultades de análisis y comprensión de aspecto un tanto complejos. Es por este que el modelamiento matemático es muy útil y necesario para un adecuado aprendizaje de conceptos y funcionalidades en el ámbito industrial, laboral y social. En el presente estudio, se estudian, analizan y plantean formas de transformar problemas funcionales en ecuaciones matemáticas, cuya resolución impliquen mucha menor complejidad.

El objetivo de esta investigación se sustentó en la necesidad de diseñar una propuesta metodológica que permita demostrar la validez de emplear el modelamiento matemático para incrementar los niveles de comprensión y aprendizaje de la Transformada de Laplace (TL) en estudiantes de nivel tecnológico en áreas técnicas. La propuesta de solución alcanzada recomienda el empleo de

herramientas informáticas como Matlab, a fin de incrementar la velocidad, capacidad de resolución de problemas diversos y la precisión de las soluciones alcanzadas.

Nótese que la Transformada de Laplace es útil para convertir ecuaciones diferenciales ordinarias en ecuaciones algebraicas de menor complejidad resolutive (eliminando el uso de derivadas). Esto permite comprender, monitorear y evaluar el funcionamiento de sistemas dinámicos complejos, los cuales están presentes en muchas áreas de la industria, lo que implica que, un concepto matemático aparentemente trivial, se torna fundamental en el desarrollo económico y/o forma de vida de la sociedad. De ahí la importancia y relevancia de haber seleccionado este tópico, como objeto de la presente investigación.

La investigación se efectuó sobre una población específica de estudio, a partir de la cual se establece una muestra no probabilística, la cual fue seleccionada en base de la experiencia del investigador y la factibilidad de acceso a la misma. Dicha muestra incluye a 15 estudiantes matriculados en el período 2022-2023, quienes cursan la carrera de tecnología en mecánica industrial en el Instituto Superior Tecnológico Central Técnico, ubicado en la provincia de Pichincha, cantón Quito.

El estudio se ejecutó bajo una modalidad de investigación aplicada, de tipo mixta, con un alcance correlacional y un diseño experimental. La hipótesis planteada sostiene que amalgamar el modelamiento matemático con el manejo de un software adecuado para resolución de estos modelos como Matlab, permite incrementar el nivel de aprendizaje y entendimiento de los estudiantes. La encuesta fue empleada como un instrumento de recolección de dato, misma que fue debidamente evaluada por expertos y valorada con un *alfa de cronbach*, cuya métrica alcanzó un valor superior a 0,70.

Finalmente, es pertinente señalar que el presente artículo se estructura con varias secciones. Luego de la Introducción se presenta la Sección II, donde se consume una aproximación al estado del arte en el ámbito de enseñanza-aprendizaje de temas técnicos y matemáticos. Posteriormente, la Sección III explica lo referente a la estrategia de enseñanza de la Transformada de Laplace empleando el modelamiento matemático; seguidamente, la sección IV expone la propuesta de enseñanza-aprendizaje generada en la presente investigación. Finalmente, la sección V detalla las conclusiones, recomendaciones y trabajos futuros.

El aprendizaje de la Transformada de Laplace, de la teoría al modelamiento matemático

Según Mejía et al., (2022), su investigación experimentó la aplicación de un test previo y uno posterior a la enseñanza de varios tópicos, su objetivo se sustentaba en el empleo del modelamiento matemático. Los resultados de evaluación del aprendizaje fueron muy diferentes, evidenciando mejoras significativas en el uso del modelamiento matemático como herramienta de aprendizaje. Entonces concluyeron que “se considera que la Modelación Matemática como estrategia didáctica posibilita un aprendizaje más eficiente dado que conduce a establecer una conexión entre la matemática de la universidad y la matemática presente en situaciones cotidianas” (Mejía, Gallo, & Quintana, 2022, pág. 221).

En este punto, es importante introducir el constructo del aprendizaje significativo, mismo que aporta una novedosa alternativa en la formación académica y permite crear conocimientos sólidos y duraderos sobre un determinado tema. El aprendizaje significativo usa indicadores de medición del nivel de aprendizaje, debido a que estos permiten valorar de forma objetiva y pragmática el nivel de conocimiento adquirido por el educando, así como también, la capacidad de transferencia de conocimiento y de poder explicar lo aprendido (Moreira, 2019).

Los indicadores de logros de aprendizaje se estructuran con ciertos elementos como la coherencia interna para evitar inconsistencias estructurales con el objeto de evaluación o con las estructuras sintácticas-semánticas. La validez interpretativa que permite interpretar adecuadamente la relación entre el indicador y el objeto evaluado. Y la comparabilidad, que permite evaluar a los procesos y no solamente resultados). Además, se enmarcan en dimensiones y subdimensiones, conforme se ilustran en múltiples ejemplos citados en la Tabla 1.

Tabla 1: Indicadores de logro

Dimensión	Subdimensión	Indicador	
Activación-regulación	Actividad intelectual productiva creadora	- Independencia	
		- Originalidad	
		- Fluidez	
		- Racionalidad	
		- Flexibilidad	
	Metacognición	Dominio de:	- Qué debe aprender
			- Cómo conseguirlo, y
			- Con qué recursos

Significatividad	Relaciones significativas	-	Conocimientos que ya posee
		-	Experiencia cotidiana
Motivación por aprender	Sentimientos, actitudes y valores	-	Actitudes
		-	Valores
	Motivaciones intrínsecas	-	Por el propio contenido
		-	Por la satisfacción personal
		-	Por los sentimientos que le provoca
	Autovaloraciones y expectativas positivas	-	Nivel de la autoestima en cuanto a la actividad matemática que realiza
		-	Nivel de autovaloración sobre el contenido matemático aprendido

Nota: Elaborado por el autor, sobre la base de lo expuesto por Capote, (2013).

A continuación, se profundiza en el estudio de la Transformada de Laplace, misma que es una herramienta matemática ampliamente utilizada en el diseño y análisis de controladores de tipo proporcional-integral-derivativo (PID), control de intercambiadores de calor, sistemas que actúan ante variaciones de frecuencia, sistemas conformados por resortes y amortiguadores, entre otros (Lázaro et al., 2017). De ahí la importancia y usabilidad en la representación de circuitos eléctricos y de sistemas mecánicos; sin embargo, su empleo se puede extrapolar a otros ámbitos.

Según Giacoletti & Cordero, (2019), la TL facilita la resolución de cierto tipo de ecuaciones diferenciales; mientras que para Ávila & Jáuregui, (2007) la TL puede explicarse como una habilidad analítica y gráfica. Por otro lado, Romo, (2014) señala que el papel de la TL es coadyuvar en el desarrollo de proyectos de ingeniería y alta tecnología. Estas afirmaciones se desprenden de la capacidad que proporciona la TL para convertir una señal que está en el dominio del tiempo, a una señal en el dominio de la frecuencia. Sin embargo, es importante citar que su uso se limita al tratamiento de sistemas lineales, causales e invariantes en el tiempo.

De forma pragmática, la TL reduce una ecuación diferencial ordinaria con coeficientes constantes, en simples expresiones algebraicas, cuya resolución es mucho más sencilla; por tanto, se considera una transformación integral a partir de la función $f(t)$ que evalúa la variable t , en el dominio del tiempo, hacia una función $F(s)$ que evalúa el comportamiento de la variable s , en el dominio de la frecuencia (Oppenheim, y otros, 1997); conforme lo expresa la Ec. 1, misma que computa una

integral con límites 0 e ∞ ; es decir, únicamente para funciones causales que no contemplan valores de tiempo menores que cero.

$$F(s) = L\{f(t)\} = \int_0^{+\infty} e^{-st} f(t) dt; \quad (1)$$

dónde:

$f(t)$ es la función de dominio del tiempo que se desea transformar.

$F(s)$ es la función de dominio de la frecuencia compleja resultante.

s es la variable compleja de frecuencia, que generalmente se expresa como $s = \sigma + j \omega$, donde σ es la parte real y ω es la parte imaginaria.

$L\{f(t)\}$ denota el operador de Transformada de Laplace.

Con la finalidad de contextualizar de forma integral la usabilidad y características de la TL, seguidamente se ejemplifican sus propiedades y teoremas:

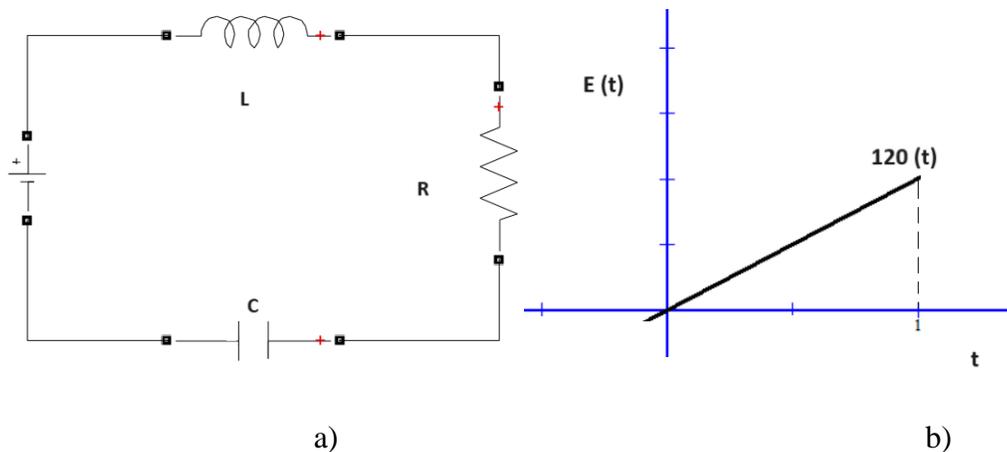
1. **Linealidad:** Si $f(t)$ y $g(t)$ tienen TL $F(s)$ y $G(s)$ respectivamente. Si a y b son constantes, entonces la transformada de Laplace de la combinación lineal $af(t) + bg(t)$ es igual a $aF(s) + bG(s)$ (Oppenheim, y otros, 1997).
2. **Desplazamiento en el dominio del tiempo:** Si $f(t)$ tiene una TL $F(s)$ entonces la transformada de Laplace de $f(t - a)$ es igual a $e^{-as}F(s)$, donde "a" es una constante (Lathi, 1995).
3. **Desplazamiento en el dominio de la frecuencia:** Si $f(t)$ tiene una TL $F(s)$, entonces la transformada de Laplace de $e^{at}f(t)$ es igual a $F(s - a)$, donde "a" es una constante (Haykin & Van Veen, 2000).
4. **Derivación en el dominio del tiempo:** Si $f(t)$ tiene una TL $F(s)$, entonces la transformada de Laplace de la derivada $\frac{df(t)}{dt}$ es igual a $sF(s) - f(0)$, donde $f(0)$ es el valor inicial de $f(t)$ (Oppenheim, y otros, 1997).
5. **Integración en el dominio del tiempo:** Si $f(t)$ tiene una TL $F(s)$, entonces la transformada de Laplace de la integral $\int_0^{\infty} f(\tau) d\tau$ es igual a $\frac{1}{s}F(s)$ (Haykin & Van Veen, 2000).
6. **Teorema de convolución:** Dadas $f(t)$ y $g(t)$ con TL $F(s)$ y $G(s)$ respectivamente, entonces la transformada de Laplace de su convolución $h(t) = f(t) * g(t)$ está dada por: $L\{h(t)\} = H(s) = F(s) * G(s)$. El teorema de convolución establece que la convolución

en el dominio del tiempo es igual a la multiplicación en el dominio de la frecuencia (Mathworks, 2023).

Estrategia de enseñanza de la Transformada de Laplace

La estrategia propuesta en la presente investigación, contempla la realización de ejercicios prácticos, como una metodología que mejora significativamente la capacidad de aprendizaje y absorción de conocimiento por parte de los educandos. Inicialmente, se presente un ejemplo relacionado con la aplicación de la TL en circuitos eléctricos, según detalle: Determinar la corriente $i(t)$ en un circuito simple L-R-C indicado en la Figura 1-a) si $L = 0.1H, R = 20\Omega, C = 10^{-3}F, i(0) = 0$ y si la tensión aplicada $E(t)$ es como se muestra en la Figura 1-b).

Figura 1. a) circuito R-L-C y b) Tensión $E(t)$



Solución tipo

Como el voltaje se anula para $t \geq 1$, entonces se puede escribir la siguiente función escalón:

$$E(t) = \begin{cases} 120t, & 0 \leq t < 1 \\ 0, & t \geq 1 \end{cases}$$

$$E(t) = 120t - 120t u(t - 1)$$

Aplicando la segunda propiedad de traslación se puede escribir:

$$E(t) = 120t - 120(t - 1)u(t - 1) - 120 u(t - 1)$$

Ahora reemplazando datos en la ecuación:

$$L \frac{di}{dt} + Ri + \frac{1}{C} \int_0^t i(\tau) d\tau = E(t)$$

$$0.1 \frac{di}{dt} + 20i + 10^3 \int_0^t i(\tau) d\tau = 120t - 120(t-1)u(t-1) - 120 u(t-1)$$

$$\text{Si } L\{i(t)\} = I(s) \rightarrow L\left\{\int_0^t i(\tau) d\tau\right\} = \frac{I(s)}{s}$$

$$0.1sI(s) + 20I(s) + 10^3 \frac{I(s)}{s} = \frac{120}{s^2} - \frac{120e^{-s}}{s^2} - \frac{120e^{-s}}{s}$$

Multiplicando por 10s a la ecuación y aplicando el teorema de traslación para la transformada inversa, se tiene:

$$i(t) = \frac{3}{25} [1 - u(t-1)] - \frac{3}{25} [e^{-100t} - e^{-100(t-1)} u(t-1)] - 12te^{-100t} - 1188(t-1)e^{-100(t-1)} u(t-1)$$

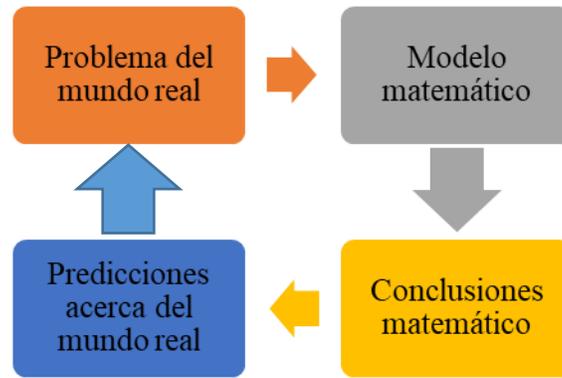
Propuesta de modelamiento matemático para el aprendizaje de la Transformada de Laplace

Se considera que el modelado matemático y la simulación se han convertido en tareas centrales en todas las disciplinas de la ingeniería y la ciencia, dado que son las únicas técnicas disponibles que permiten analizar sistemas físicos con precisión y bajo condiciones experimentales variables (Cardona & Leal, 2020).

Otro aporte de la modelación matemática considerado en este estudio es la mencionada por Salett-Biembengut, (2004) en la que se identifica como una actividad científica que se relaciona con la obtención de modelos para otras ciencias. De ahí la importancia de comprensión del modelado matemático, en este caso especialmente vinculado con la resolución de circuitos eléctricos.

El modelo identifica un conjunto de relaciones especificadas en variables que manifiestan la esencia de fenómenos estudiados. Un modelo matemático M es una estructura, donde R es el conjunto de las relaciones y V el conjunto de las variables (Brito-Vallina et. al, 2011). En la Figura 2, se muestra el proceso del modelado matemático.

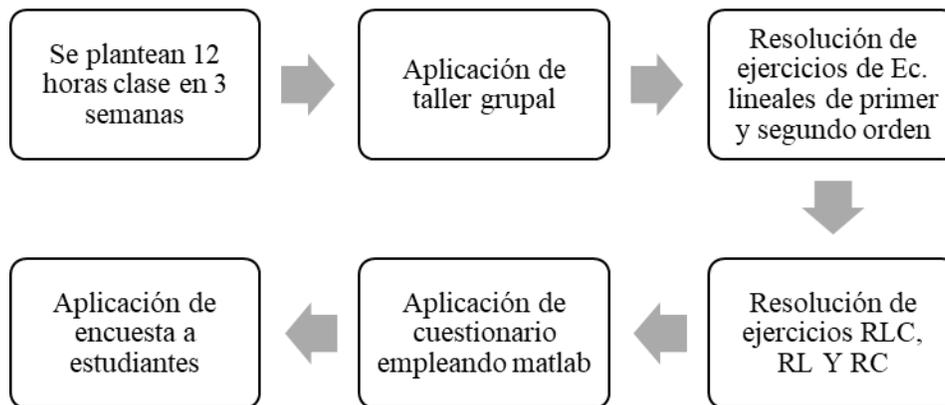
Figura 4: Proceso de modelado matemático



Nota: Elaborado por el autor sobre lo expuesto por Brito-Vallina et. al, (2011).

Para solucionar el modelamiento matemático propuesto, fundamentalmente se considera a Matlab R, ya sea empleando scripts a través de líneas de código o una programación orientada a objetos y elementos, como lo es simulink (MathWorks, 2022). En términos generales, la estrategia y metodología empleada para poner en práctica los postulados de la presente investigación, es explicada en la figura 3, misma que recopila los aspectos más relevantes de la propuesta diseñada en este trabajo.

Figura 2: Proceso detallado de la metodología de enseñanza empleada en la investigación



Se programaron 12 horas de clases semanales durante tres semanas, se inició con la explicación del concepto de la Transformada de Laplace desde un punto de vista epistemológico, indicando el concepto y características principales del tema a abordar. Una vez finalizada la explicación teórica, se procedió a aplicar un taller grupal para evaluar la comprensión del tema desarrollado.

Finalmente, las encuestas aplicadas a los estudiantes, posteriormente a la aplicación de la metodología de enseñanza basada en el modelamiento matemático de la TL, expresan lo siguiente:

- El 66,7% refiere que tuvo dificultades para comprender la funcionalidad y aplicabilidad de la TL y que esta actividad demanda mucho esfuerzo.
- El 93,3% señaló que el uso de Matlab, mediante script y códigos de línea torna más fácil del aprendizaje de la TL, además que el uso de herramientas informáticas permite contrastar resultados, simplificar la solución y optimizar el tiempo requerido para el estudio y análisis.
- El 86,7% señaló que el uso de Simulink torna más fácil del aprendizaje de la TL.
- El 86,7% señala que el modelamiento matemático coadyuva significativamente en el aprendizaje de la TL.

En lo que refiere al aprendizaje significativo, los resultados de los test de evaluación aplicados tanto al grupo de control como al grupo de seguimiento, conforme la información detallada en la tabla 2, se evidencia una diferencia significativa en su rendimiento, lo cual se acredita a la diferencia en la metodología y estrategias de enseñanza aprendizaje.

Tabla 2: Resultados del aprendizaje significativo luego de aplicación de test a grupos de investigación

Estadístico	Grupo de control	Grupo de experimentación
Promedio (sobre 100)	36,45	83,13
Varianza	167,47	87,69
Desviación estándar	12,94	9,36
Nota mínima	11	60
Nota máxima	53	98

Nota: Resultados obtenidos luego de la aplicación de test de verificación del aprendizaje.

Así mismo, se verifica que, con un nivel de significancia del 5% y de confianza del 95%, es decir: $\alpha = 0,05$. Además, el estadístico de prueba T-Student debe cumplir determinados parámetros, entre ellos normalidad y homocedasticidad, para ello es necesario realizar dichos análisis. La normalidad arrojó los resultados expresados en la Tabla 3.

Tabla 3: Pruebas de normalidad

Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.

Notas control	0,120	11	0,200*	0,956	11	0,717
---------------	-------	----	--------	-------	----	-------

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Conclusiones, recomendaciones y trabajos futuros

La investigación realizada muestra resultados contundentes respecto a las diferencias en la consecución del aprendizaje significativo, al usar o no, el modelamiento matemático. Además, deja en evidencia que esta estrategia genera una comprensión sólida de los principios fundamentales y la práctica regular de la Transformada de Laplace, por lo que, la estrategia propuesta se constituye en una herramienta importante para que los docentes puedan mejorar su proceso de enseñanza y transferencia de conocimientos a sus estudiantes.

El empleo del software de programación de alto nivel, Matlab, es muy recomendable para este tipo de procesos de enseñanza, puesto que es un software confiable, robusto y cuyas características permiten que sea operado desde filosofías simples de uso de comandos de programación, o también, empleando programación modular, como es el caso de Simulink. Cualquiera sea el caso, la mayoría de estudiantes se sintieron muy cómodos con el software.

La prueba de hipótesis realizada a través del estadístico T-Student, muestra que este se constituye en una herramienta de evaluación de las medias de uno o dos grupos mediante pruebas de hipótesis. En especial, los resultados alcanzados generan confiabilidad, pues la investigación se realizó con una muestra reducida, menos de 30 individuos y con eventos independientes, cifras que son muy adecuadas para el empleo del estadístico en mención. Por tanto, se puede verificar y comprobar la hipótesis planteada inicialmente.

Referencias

1. Alegre, M., & Silva, C. (2020). Las prácticas de enseñanza en la Educación Superior: Análisis didáctico de las jornadas institucionales en el I.E.S. de Puerto Tirol – Chaco, Argentina. *Revista de Estudios y Experiencias en Educación*, 287-304. doi:<http://dx.doi.org/10.21703/rexe.20201939alegre17>
2. Ávila, J., & Jáuregui, E. y. (2007). La modelación matemática en la solución de problemas con apoyo de ecuaciones diferenciales de primer orden. En *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* Vol. 20.

3. Capote, M. (2013). Dimensiones e indicadores para un aprendizaje y una enseñanza desarrolladora. *Revista Mendive*, ISSN 1815-7696, 5(42), 1-7. Obtenido de <https://mendive.upr.edu.cu/index.php/MendiveUPR/article/view/591>
4. Cardona, J., & Leal, J. y. (2020). Modelado matemático de caja blanca y negra en educación en ingeniería. *Formación universitaria*, versión on-line ISSN 0718-5006, Vol. 13(6), 105-118.
5. Franco-Crespo, A. (2016). La brecha entre el perfil de salida del bachillerato y los perfiles de entrada de las universidades en Ecuador. VI Conferencia Latinoamericana sobre el abandono en la educación superior. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/234020665.pdf>
6. Giacoletti-Castillo, F., & Cordero, F. (2019). Usos y significados de la transformada de Laplace en una comunidad de ingenieros electrónicos. *Comite Latinoamericano de Matemática Educativa*, 429-438. Obtenido de <http://funes.uniandes.edu.co/14079/1/Giacoletti2019Usos.pdf>
7. Haykin, S., & Van Veen, B. (2000). *Signals and Systems*. Acid Free Paper. Obtenido de <https://studentshubblog.files.wordpress.com/2014/12/signals-and-systems-simon-haykin.pdf>
8. Lathi, B. (1995). *Principles of Linear Systems and Signals*de. Berkeley Cambridge Press. Obtenido de [https://pce-fet.com/common/library/books/19/5189_\[B._P._Lathi\]_Signal_Processing_and_Linear_Systems\(b-ok.org\).pdf](https://pce-fet.com/common/library/books/19/5189_[B._P._Lathi]_Signal_Processing_and_Linear_Systems(b-ok.org).pdf)
9. Lázaro, H., Melgarejo, G., Montoro, E., Obregón, J., & Vidal, J. y. (2017). Aplicación de la transformada de Laplace a circuitos. *Revista del Instituto de Investigación FIGMMG-UNMSM*, 19(38). Obtenido de <https://revistasinvestigacion.unmsm.e>, 36-43.
10. Loor, J. (2022). Diseño de una guía metodológica para la implementación de recursos didácticos digitales desarrollados en MatLab para el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física por parte de los docentes del área deCiencias Exactas del ISTCT. Quito: PUCE. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/19962/Loor%20Bautista%20-%20Tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

11. MathWorks. (2022). MATLAB. Obtenido de MathWorks: <https://la.mathworks.com/products/matlab.html>
12. Mathworks. (2023). Obtenido de <https://la.mathworks.com/discovery/convolution.html>
13. Mejía, L., Gallo, C., & Quintana, D. (2022). La modelación matemática como estrategia didáctica para la resolución de problemas matemáticos. 2204-2218. doi:<https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v6i26.485>
14. Moreira, M. (2019). Textos de apoyo al profesor de física. Río Grande do Sul: Instituto de Física de la UFRGS, 30 (3) ISSN 2448-0606.
15. Oppenheim, A., Buck, J., Daniel, M., Willsky, A., Hamid, S., & Singer, A. (1997). Signals & Systems. Prentice Hall. Obtenido de http://www2.fisica.unlp.edu.ar/~jarne/Clases-EET-N2/Sistemas_de_comunicaciones/Oppenheim%20Segnales%20y%20Sistemas.pdf
16. Rodríguez, M., Zoraida, L., & Sánchez, R. (2020). Modelización matemática y GeoGebra en la formación de profesionales de la educación Mathematical modelling and GeoGebra in the training of education professionals. Dialnet, 89-105. doi:<http://dx.doi.org/10.23925/2237-9657.2020.v9i3p089-105>
17. Romo-Vásquez, A. (2014). La modelización matemática en la formación de ingenieros. Educación matemática, 314-338.
18. Salett-Biembengut, M. y. (2004). Modelación matemática y los desafíos para enseñar matemática . Educación Matemática, vol. 16 (2), 105-125.
19. Vivas, M. (2018). Las matemáticas, algunas aplicaciones y su importancia. Matemática-FCNM ESPOL, Vol. 16 (1), .

© 2024 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).