

Transformada de Laplace, metodología de aprendizaje y transparencia en el uso de inteligencia artificial

Sebastian Cid

Ingeniería Civil Industrial, Universidad de La Frontera, Temuco, Chile.

s.cid07@ufromail.cl

Fecha: 2026-09-29

Resumen

La automatización requiere combinar fundamentos matemáticos con herramientas que permitan representar y analizar el comportamiento de sistemas dinámicos, mientras que la incorporación de inteligencia artificial plantea nuevos desafíos respecto del aprendizaje y la transparencia de las contribuciones. El presente trabajo tuvo como objetivo analizar la importancia de la transformada de Laplace, evaluar una metodología de aprendizaje basada en trabajos periódicos y retroalimentación, y examinar la utilidad de Ciencia Generativa para declarar las contribuciones humanas y de inteligencia artificial. Para ello, se utilizó un enfoque comparativo y reflexivo que contrastó las percepciones iniciales con la experiencia obtenida, complementado con una revisión bibliográfica de CRediT y GAIDeT. Los resultados muestran que la transformada de Laplace pasó de ser considerada principalmente una herramienta para resolver ecuaciones diferenciales a reconocerse como un recurso polivalente para el análisis de sistemas dinámicos y de control. Asimismo, la metodología dejó de percibirse como una posible carga académica excesiva y fue valorada favorablemente por la combinación de instrucciones claras, trabajos específicos y retroalimentación. La comparación de los sistemas de declaración mostró que CRediT y GAIDeT presentan características útiles, aunque no se identificó una razón suficiente para reemplazar Ciencia Generativa. Se concluye que la comprensión de los fundamentos continúa siendo necesaria aun cuando se utilicen herramientas computacionales o inteligencia artificial, y que la declaración del uso de IA debería priorizar la transparencia, la validación y la responsabilidad humana por sobre la cantidad de participación de estas herramientas.

1. Introducción

La automatización requiere comprender cómo se comportan los sistemas y cómo responden frente a diferentes entradas, perturbaciones o acciones de control. Para representar estos fenómenos se utilizan modelos matemáticos que pueden incluir ecuaciones diferenciales, funciones de transferencia y herramientas como la transformada de Laplace. Esta última permite transformar modelos expresados mediante ecuaciones diferenciales en relaciones algebraicas que facilitan el análisis de sistemas dinámicos, especialmente cuando se estudian respuestas temporales y configuraciones de control. Su aplicación puede observarse en sistemas de distinta naturaleza, como tanques, circuitos eléctricos y procesos térmicos, lo que

evidencia su utilidad más allá de la resolución puramente matemática de ecuaciones (Ogata, 2010).

La forma en que estos contenidos son aprendidos y evaluados también influye en el tipo de conocimiento que se desarrolla. Una metodología basada en trabajos periódicos, instrucciones definidas, retroalimentación y actividades breves de comprobación permite distribuir el aprendizaje durante un periodo prolongado, en lugar de concentrarse únicamente en evaluaciones de alta ponderación. Esta modalidad puede favorecer el análisis de aplicaciones específicas y la corrección progresiva de errores, aunque también modifica la importancia relativa de la memorización frente a habilidades como comprender, aplicar, investigar y recuperar información cuando resulta necesaria (Black & Wiliam, 2009; Hattie & Timperley, 2007).

La incorporación de inteligencia artificial agrega una dimensión adicional a este proceso. Estas herramientas pueden participar en actividades como investigación, análisis, redacción o revisión, por lo que resulta necesario transparentar su intervención sin asumir que su utilización disminuye automáticamente el valor del trabajo desarrollado por una persona. En este contexto, Ciencia Generativa propone distinguir las contribuciones humanas y de inteligencia artificial mediante roles asociados a las distintas etapas del trabajo (Alarcón, 2026). Este tipo de declaración permite que el lector conozca cómo fue elaborado un documento y quién participó en cada tarea, manteniendo al mismo tiempo la responsabilidad humana sobre su contenido y validación (Alarcón, 2026; ICMJE, 2026).

2. Objetivo

Analizar la importancia de la transformada de Laplace en el estudio de sistemas dinámicos, evaluar una metodología de aprendizaje basada en trabajos periódicos y retroalimentación, y examinar la utilidad de Ciencia Generativa como marco para transparentar las contribuciones humanas y de inteligencia artificial.

3. Metodología

Para desarrollar el análisis se utilizó un enfoque comparativo y reflexivo. Primero se identificaron las percepciones iniciales respecto de la transformada de Laplace y de la metodología de aprendizaje, y posteriormente se contrastaron con la experiencia obtenida después de trabajar con modelado de sistemas, funciones de transferencia, control en lazo cerrado, actividades periódicas y procesos de retroalimentación.

En el análisis de la transformada de Laplace se consideraron aplicaciones desarrolladas en sistemas dinámicos, principalmente su utilización para transformar ecuaciones diferenciales en expresiones algebraicas y obtener funciones de transferencia. Se tomaron como referencia ejemplos asociados a tanques, circuitos eléctricos y sistemas de control, con el propósito de evaluar cómo estas aplicaciones modificaron la percepción inicial sobre la utilidad y alcance de esta herramienta matemática (Ogata, 2010).

Para evaluar la metodología de aprendizaje se consideraron aspectos como la frecuencia de los trabajos, la claridad de las instrucciones, la retroalimentación recibida, los talleres breves de comprobación y la posibilidad de utilizar herramientas de inteligencia artificial como apoyo. La valoración se realizó comparando la percepción inicial de posible sobrecarga académica con la experiencia acumulada durante su aplicación. Como respaldo para interpretar el papel de la retroalimentación dentro de este proceso se consideraron antecedentes sobre evaluación formativa y retroalimentación educativa (Black & Wiliam, 2009; Hattie & Timperley, 2007).

Finalmente, para analizar la declaración de contribuciones humanas y de inteligencia artificial se utilizó Ciencia Generativa como marco de referencia (Alarcón, 2026) y se comparó con otros métodos descritos en la literatura, particularmente CRediT y GAIDeT. La comparación consideró principalmente la capacidad de cada propuesta para identificar de manera transparente las tareas realizadas por personas y herramientas de IA, así como el nivel de detalle con que se describen dichas contribuciones (NISO, 2022; Suchikova et al., 2026).

Uso de IA

La inteligencia artificial se utilizó como herramienta de apoyo durante la investigación, organización de ideas, análisis formal, búsqueda de alternativas para contrastar los métodos de declaración de contribuciones, redacción del borrador y revisión y edición del texto.

Las opiniones analizadas, la conceptualización del documento, la definición del enfoque metodológico y la validación de las interpretaciones y conclusiones fueron realizadas por el autor. La interacción con la inteligencia artificial se utilizó para desarrollar y ordenar estas ideas, pero la aceptación, modificación o rechazo de sus propuestas quedó bajo responsabilidad humana.

Declaración de contribuciones según el marco Ciencia Generativa (Alarcón, 2026)

Sebastian Cid (Humano): Conceptualización, Metodología, Validación, Investigación, Análisis formal, Revisión y edición.

GPT-5.6 Sol (IA): Investigación, Análisis formal, Redacción del borrador original y Revisión y edición.

4. Resultados

Transformada de Laplace y comprensión de sistemas dinámicos

La percepción inicial de la transformada de Laplace estaba asociada principalmente a su utilización como una herramienta adicional para resolver determinadas ecuaciones

diferenciales. A partir de las aplicaciones analizadas, esta percepción cambió al observar que una misma herramienta puede emplearse para estudiar sistemas de distinta naturaleza y relacionar matemáticamente sus variables de entrada y salida.

En el modelado de sistemas dinámicos, la transformada de Laplace permite convertir ecuaciones diferenciales en expresiones algebraicas y obtener funciones de transferencia que relacionan la entrada y la salida de un sistema (Ogata, 2010). Esta representación puede utilizarse en sistemas de distinta naturaleza, como tanques, circuitos eléctricos y procesos de control, por lo que su aplicación no se limita a la resolución aislada de ecuaciones diferenciales.

A partir de estas aplicaciones se identificó que el principal cambio de percepción corresponde a la polivalencia de la transformada de Laplace. Inicialmente se consideraba que su utilización era más limitada; posteriormente se reconoció su aplicación en problemas relacionados con nivel, temperatura, circuitos eléctricos, estabilidad y control. Particularmente, el análisis de sistemas en lazo cerrado permitió observar cómo las funciones de transferencia pueden representar tanto el proceso como la acción del controlador y facilitar el estudio de su respuesta (Ogata, 2010).

También se identificó una diferencia entre comprender el procedimiento matemático y ejecutar manualmente todos los cálculos asociados. Herramientas computacionales como MATLAB permiten representar funciones de transferencia y obtener respuestas frente a entradas típicas como escalón e impulso. Sin embargo, a partir de la experiencia analizada se considera necesario conocer previamente los fundamentos de las ecuaciones diferenciales, la transformada de Laplace y las funciones de transferencia, además de haber desarrollado ejercicios básicos de manera manual, para posteriormente interpretar los resultados proporcionados por estas herramientas.

Evaluación de la metodología de aprendizaje

La percepción inicial sobre la metodología estaba marcada principalmente por la posibilidad de una carga académica elevada debido a la realización periódica de trabajos. Después de su aplicación, esta percepción cambió favorablemente y la carga asociada dejó de considerarse excesiva.

Entre los elementos identificados como relevantes para este cambio se encuentran la claridad de las instrucciones, la delimitación de las temáticas, los talleres breves de comprobación, la posibilidad de utilizar herramientas de inteligencia artificial como apoyo y la retroalimentación posterior. La literatura sobre evaluación formativa y retroalimentación señala que utilizar información sobre el desempeño durante el proceso puede permitir realizar ajustes posteriores en el aprendizaje (Black & Wiliam, 2009; Hattie & Timperley, 2007).

También se observó una diferencia respecto de un aprendizaje orientado principalmente a una prueba. Los trabajos permiten concentrarse en un número menor de contenidos y desarrollar cada temática de manera más específica. Como consecuencia, disminuye la necesidad de

mantener temporalmente en la memoria una gran cantidad de términos, fórmulas o definiciones para una única instancia de evaluación.

Esto no implica que los contenidos específicos pierdan importancia. Algunos conceptos, expresiones o antecedentes pueden olvidarse posteriormente y volver a consultarse cuando sean necesarios. A partir de la experiencia analizada, adquirió mayor importancia comprender qué representa cada concepto, reconocer cuándo puede utilizarse y saber cómo recuperar la información necesaria, en lugar de priorizar exclusivamente su memorización.

Dentro de los componentes considerados, las instrucciones y la retroalimentación tuvieron especial relevancia. Las primeras permiten establecer los límites y expectativas antes de desarrollar un trabajo, mientras que la retroalimentación proporciona información que permite identificar y corregir posteriormente aspectos que no alcanzaron el resultado esperado (Hattie & Timperley, 2007). Hasta el momento del análisis no se identificaron componentes de la metodología que, a partir de la experiencia obtenida, se considerara necesario eliminar.

Declaración de contribuciones humanas y de inteligencia artificial

Ciencia Generativa distingue las contribuciones realizadas durante el desarrollo de un trabajo mediante roles como conceptualización, metodología, validación, investigación, análisis formal, redacción del borrador original, revisión y edición, y visualización, permitiendo asignarlos tanto a participantes humanos como a herramientas de inteligencia artificial según las actividades efectivamente realizadas (Alarcón, 2026).

La revisión bibliográfica permitió identificar otros mecanismos relacionados con la declaración de contribuciones. CRediT corresponde a una taxonomía estandarizada compuesta por 14 roles destinados a describir diferentes formas de participación en una investigación, incluyendo conceptualización, metodología, investigación, análisis formal, validación, visualización y actividades asociadas a la redacción (NISO, 2022). CRediT también contempla de manera opcional la posibilidad de indicar grados de participación dentro de un rol.

También se identificó GAIDeT (*Generative AI Delegation Taxonomy*), propuesta desarrollada específicamente para documentar actividades delegadas a herramientas de inteligencia artificial generativa durante procesos de investigación y publicación. Su estructura permite describir áreas generales y tareas más específicas, además de incorporar información relativa a la supervisión humana de las actividades realizadas mediante IA (Suchikova et al., 2026).

Como referencia complementaria, las recomendaciones del International Committee of Medical Journal Editors señalan que la utilización de herramientas de inteligencia artificial debe transparentarse indicando cómo fueron utilizadas, mientras que la responsabilidad sobre

la exactitud e integridad del contenido permanece en las personas responsables del trabajo (ICMJE, 2026).

A partir de las características identificadas en la literatura, la Tabla 1 resume las principales diferencias entre Ciencia Generativa, CRediT y GAIDeT.

Tabla 1. Comparación de mecanismos para declarar contribuciones humanas y de inteligencia artificial.

Aspecto	Ciencia Generativa	CRediT	GAIDeT
Enfoque principal	Contribuciones humanas y de IA	Contribuciones en investigación	Delegación de tareas a IA generativa
Organización	Roles asociados al desarrollo del trabajo	14 roles estandarizados	Ámbitos y actividades específicas
Distingue explícitamente IA	Sí	No como objetivo principal	Sí
Permite mayor detalle dentro de una tarea	Mediante asignación de roles	Mediante roles y grados opcionales	Sí, mediante niveles macro y micro
Considera supervisión humana	Mediante responsabilidad y validación humana	Responsabilidad de los contribuyentes	Sí, explícitamente
Cuantificación obligatoria de la participación	No	No; los grados son opcionales	No se basa en porcentajes de autoría

Fuente: elaboración propia a partir de Alarcón (2026), NISO (2022) y Suchikova et al. (2026).

La comparación permitió identificar diferencias principalmente en el propósito y el nivel de detalle de cada propuesta. CRediT está orientado a describir las contribuciones realizadas durante una investigación mediante una taxonomía estandarizada, mientras que GAIDeT se concentra específicamente en documentar actividades delegadas a inteligencia artificial generativa. Ciencia Generativa, por su parte, permite asignar roles directamente a participantes humanos y herramientas de IA. Estas diferencias proporcionan los antecedentes necesarios para evaluar posteriormente si alguno de los métodos identificados ofrece ventajas suficientes para modificar el sistema de declaración utilizado.

5. Discusión

El cambio en la percepción sobre la transformada de Laplace muestra que su utilidad se comprende con mayor claridad cuando se relaciona con aplicaciones concretas y no únicamente con la resolución matemática de ecuaciones diferenciales. Su aplicación en tanques, circuitos eléctricos, funciones de transferencia y sistemas de control permitió reconocer que una misma herramienta matemática puede utilizarse para representar sistemas físicos de distinta naturaleza. En particular, su utilización en sistemas de lazo cerrado permite integrar matemáticamente el comportamiento del proceso y la acción del controlador, facilitando el análisis de la respuesta del sistema (Ogata, 2010).

Esta experiencia también permite discutir el papel de las herramientas computacionales. La disponibilidad de MATLAB, software especializado o inteligencia artificial reduce la necesidad de desarrollar manualmente todos los cálculos asociados al análisis de un sistema. Sin embargo, esto no elimina la necesidad de comprender los fundamentos utilizados. Si no se reconoce qué representa una ecuación diferencial, cómo se obtiene una función de transferencia o qué significa la respuesta obtenida, se dificulta identificar errores o interpretar adecuadamente los resultados. Por ello, se considera conveniente mantener una base teórica y la resolución manual de ejercicios básicos antes de utilizar herramientas que automaticen procedimientos de mayor extensión o complejidad.

La valoración de la metodología presentó un cambio igualmente importante. La realización periódica de trabajos fue considerada inicialmente como una posible fuente de sobrecarga académica, pero esta percepción disminuyó a medida que se observó la interacción entre sus distintos componentes. Las instrucciones claras permiten delimitar previamente lo que se espera desarrollar, mientras que la retroalimentación entrega información para identificar errores y mejorar posteriormente el trabajo. Esta relación entre evidencia, retroalimentación y ajuste del aprendizaje es coherente con los principios de evaluación formativa descritos en la literatura (Black & Wiliam, 2009; Hattie & Timperley, 2007).

Un aspecto relevante es que esta metodología modifica el tipo de aprendizaje priorizado. La preparación para una prueba puede requerir memorizar temporalmente una cantidad considerable de conceptos, fórmulas y definiciones, mientras que los trabajos periódicos permiten concentrarse en temáticas más específicas y profundizar en su aplicación. Esto puede provocar que ciertos datos particulares no permanezcan en la memoria después de un tiempo, pero no necesariamente significa que se pierda la comprensión general del tema.

Desde esta perspectiva, resulta más importante mantener conocimientos fundamentales que permitan reconocer un problema, comprender qué herramientas podrían utilizarse y saber dónde recuperar información específica cuando sea necesaria. Esto no significa que la memoria sea irrelevante, ya que determinados conceptos deben estar suficientemente interiorizados para interpretar correctamente un problema y evaluar las respuestas obtenidas mediante software o inteligencia artificial. La diferencia se encuentra principalmente en evitar que la memorización sea el objetivo principal del aprendizaje.

Respecto de la declaración de contribuciones humanas y de inteligencia artificial, los resultados muestran que los marcos analizados persiguen objetivos diferentes. CRdiT

proporciona una estructura estandarizada para describir contribuciones dentro de una investigación, pero no fue diseñado específicamente para representar la participación de herramientas de inteligencia artificial (NISO, 2022). GAIDeT, en cambio, se orienta directamente a documentar tareas delegadas a IA generativa y permite describirlas con un mayor nivel de detalle, incluyendo aspectos relacionados con la supervisión humana (Suchikova et al., 2026).

Ciencia Generativa adopta una aproximación diferente al permitir asignar roles directamente tanto a participantes humanos como a herramientas de inteligencia artificial (Alarcón, 2026). Para el propósito analizado, esta característica resulta suficiente para informar al lector sobre cómo fue desarrollado el trabajo sin requerir necesariamente una medición cuantitativa de la participación de cada parte.

El mayor nivel de detalle de un método no implica necesariamente que sea más apropiado para todos los contextos. Incorporar grados, porcentajes o niveles de participación podría entregar información adicional, pero también podría generar una consecuencia no deseada si estos datos comienzan a utilizarse para valorar los trabajos según cuánto se utilizó inteligencia artificial. En opinión del autor, mientras el uso de IA continúe siendo observado con ciertos prejuicios, una medición cuantitativa podría favorecer la idea de que una menor participación de estas herramientas representa automáticamente un mayor mérito, independientemente de la calidad del resultado obtenido.

Por esta razón, se considera más apropiado que una declaración de uso de IA tenga como objetivo principal la transparencia. Incluso una intervención pequeña, como la corrección de redacción, debería declararse si efectivamente ocurrió. Del mismo modo, un uso más amplio en investigación, análisis o escritura no debería ocultarse, siempre que exista revisión, validación y responsabilidad humana sobre el contenido final. Esta interpretación también es coherente con recomendaciones editoriales que mantienen la responsabilidad del contenido en las personas aun cuando se hayan utilizado herramientas de inteligencia artificial (ICMJE, 2026).

A partir de la comparación realizada, no se identificó una razón suficiente para reemplazar completamente Ciencia Generativa. GAIDeT presenta características útiles cuando se requiere describir con mayor precisión las tareas delegadas y su supervisión, por lo que algunos de sus elementos podrían complementar declaraciones futuras. Sin embargo, para el propósito de transparentar las contribuciones sin convertir la cantidad de IA utilizada en una medida de mérito, el sistema basado en roles resulta adecuado.

Respecto del uso real de inteligencia artificial durante la elaboración de este documento, su participación se concentró principalmente en investigación, organización de información, análisis formal, redacción del borrador y revisión del texto. Las opiniones centrales, la comparación entre la percepción inicial y actual, la valoración de la metodología y los criterios utilizados para analizar los sistemas de declaración fueron definidos y validados por el autor. La distribución declarada mediante Ciencia Generativa representa adecuadamente el

proceso realizado, ya que reconoce la participación de la IA sin desplazar la responsabilidad humana sobre las decisiones, interpretaciones y conclusiones finales.

En consecuencia, tanto en el aprendizaje de herramientas matemáticas como en el uso de inteligencia artificial aparece un principio común: automatizar una tarea no elimina la necesidad de comprenderla. Las herramientas pueden reducir trabajo repetitivo y ampliar las posibilidades de análisis, pero la interpretación, la validación y la responsabilidad sobre los resultados siguen requiriendo participación humana.

6. Conclusiones

El análisis permitió identificar un cambio importante en la percepción de la transformada de Laplace y de la metodología evaluada. La transformada dejó de ser considerada únicamente como una herramienta adicional para resolver ecuaciones diferenciales y pasó a reconocerse como un recurso aplicable a sistemas de distinta naturaleza, especialmente útil para representar y analizar sistemas dinámicos mediante funciones de transferencia y configuraciones de control.

La disponibilidad de herramientas computacionales e inteligencia artificial no elimina la necesidad de comprender los fundamentos matemáticos utilizados. Aunque estas tecnologías pueden reducir el trabajo asociado a cálculos repetitivos o de mayor complejidad, resulta necesario conocer al menos la teoría fundamental y desarrollar ejercicios básicos que permitan interpretar, cuestionar y validar posteriormente los resultados obtenidos.

La metodología analizada también presentó una valoración más favorable que la percepción inicial. La realización periódica de trabajos dejó de considerarse una carga académica excesiva debido a la combinación de instrucciones claras, temáticas específicas, talleres breves y retroalimentación. Este enfoque permite profundizar en contenidos concretos y priorizar su comprensión y aplicación, disminuyendo la necesidad de concentrar el aprendizaje exclusivamente en la memorización para una evaluación puntual. Esta evolución coincide con el cambio de percepción descrito en los resultados del documento.

Respecto de la declaración de contribuciones humanas y de inteligencia artificial, la comparación entre Ciencia Generativa, CRediT y GAIDeT no permitió identificar una razón suficiente para reemplazar completamente Ciencia Generativa. GAIDeT ofrece un mayor nivel de detalle para describir tareas delegadas a IA, mientras que CRediT dispone de una estructura estandarizada para contribuciones en investigación; sin embargo, Ciencia Generativa permite distinguir de forma directa los roles humanos y de IA sin exigir porcentajes o grados de participación.

Por ello, se considera adecuado mantener un sistema basado principalmente en la identificación explícita de roles, donde incluso las intervenciones menores de inteligencia artificial sean declaradas. El objetivo principal debería ser transparentar ante el lector cómo fue desarrollado el trabajo, evitando que la cantidad de IA utilizada se transforme por sí sola en una medida de mérito. La comprensión, la validación y la responsabilidad humana sobre el

resultado final continúan siendo elementos fundamentales, tanto en el uso de herramientas matemáticas como en la utilización de inteligencia artificial.

7. Declaraciones

Autorización de edición formal

Se autoriza a coautores editoriales a corregir errores simples de forma, referencias, formato o declaraciones requeridas, preservando el contenido sustantivo y la autoría del informe.

Responsabilidad de autoría

La persona autora conserva la responsabilidad por las decisiones técnicas, la interpretación y la versión final del informe.

Licencia de publicación

Este informe se distribuye bajo la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

8. Bibliografía

- Alarcón, C. (2026). Generative Science as an analytical framework for integrating the full capabilities of generative artificial intelligence into scientific research while preserving scientific recognition. *Generative Science Preprints*, 2026(07), 19055673. <https://doi.org/10.5281/zenodo.19055673>
- Black, P., & Wiliam, D. (2009). Developing the theory of formative assessment. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability*, 21(1), 5-31. <https://doi.org/10.1007/s11092-008-9068-5>
- Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81-112. <https://doi.org/10.3102/003465430298487>
- International Committee of Medical Journal Editors. (2026). Recommendations for the conduct, reporting, editing, and publication of scholarly work in medical journals. <https://www.icmje.org/recommendations/>
- National Information Standards Organization. (2022). ANSI/NISO Z39.104-2022, CRediT, Contributor Roles Taxonomy. <https://doi.org/10.3789/ansi.niso.z39.104-2022>
- Ogata, K. (2010). *Modern control engineering* (5th ed.). Pearson.
- Suchikova, Y., Tsybuliak, N., Teixeira da Silva, J. A., & Nazarovets, S. (2026). GAIDeT (Generative AI Delegation Taxonomy): A taxonomy for humans to delegate tasks to generative artificial intelligence in scientific research and publishing. *Accountability in Research*, 33(3), Article 2544331. <https://doi.org/10.1080/08989621.2025.2544331>