

Informe Semana 06

Transformada de Laplace en la evaluación de la metodología del curso y las contribuciones de la IA

Autor: Ignacio Baltazar Riquelme Vergara

Correo: i.riquelme10@ufromail.cl

Fecha: 01-10-2026

Resumen

Este informe desarrolla la alternativa A de la Semana 06. Se retoma el tanque de la Semana 05 para explicar cómo la transformada de Laplace ayuda a analizar un proceso y su controlador. El cálculo muestra una respuesta más rápida al usar control proporcional, pero también una diferencia entre la temperatura obtenida y la deseada. Respecto de la metodología, se mantiene la opinión de la Semana 01: la IA puede apoyar el trabajo, siempre que el estudiante pueda explicar y comprobar lo que entrega. La comparación entre Ciencia Generativa y CRediT lleva a proponer que se mantenga el método del curso y se indiquen las tareas realizadas, cómo se comprueban y quién las revisó. Esta propuesta se basa en los informes, sin medir sus efectos sobre el aprendizaje.

1. Introducción y objetivo

En automatización, los cálculos sirven para explicar qué ocurre en un proceso y decidir cómo controlarlo. Si se usa IA para elaborar un informe, también es necesario indicar en qué ayudó y qué partes revisó el estudiante antes de entregar el trabajo.

El objetivo es explicar para qué sirve Laplace en el análisis del tanque, revisar mi opinión sobre la metodología desde el inicio del curso y comparar dos formas de registrar los aportes de las personas y de la IA.

2. Metodología

Revisé los cinco informes entregados en Google Drive y la pauta de la Semana 06 (Alarcón, 2026b). Para comprobar los conceptos, consulté material de MIT sobre control y documentación de NISO sobre contribuciones. También revisé las fórmulas y las referencias del informe.

2.1. Uso de IA

La declaración de aportes sigue Ciencia Generativa (Alarcón, 2026a, 2026b). Yo, Ignacio Baltazar Riquelme Vergara, definí el encargo, entregué los informes y la pauta, elegí la alternativa A y fijé el formato y la autorización de publicación. Revisé, modifiqué y comprobé el contenido, las fórmulas y las fuentes de esta versión. Codex, basado en GPT-6 de OpenAI, ayudó a buscar información, ordenar el análisis, realizar los cálculos, redactar el borrador y elaborar la tabla. Su evaluación inicial de los aportes se revisó según las tareas que efectivamente se realizaron. Las opiniones expresadas y la revisión final son de mi responsabilidad. La herramienta apoyó el trabajo, pero la decisión de qué incluir y entregar corresponde al autor.

3. Resultados

3.1. Laplace como herramienta para analizar el control

La transformada de Laplace permite pasar de una ecuación con derivadas a una expresión algebraica. Esto facilita calcular cómo responde un proceso cuando cambia su entrada y qué ocurre al agregar un controlador. En estas expresiones se utiliza la variable s . El material de Massachusetts Institute of Technology [MIT] (2007) explica su uso en los modelos de procesos y en el control que utiliza la medición de la salida.

El ejemplo es el tanque hipotético de la Semana 05 (Riquelme Vergara, 2026b). La variable $y(t)$ representa cuánto aumenta la temperatura, en $^{\circ}\text{C}$; $u(t)$ indica el porcentaje de calentamiento aplicado y t es el tiempo en segundos. El modelo del tanque es:

$$60 \cdot \frac{dy(t)}{dt} + y(t) = 0,5 \cdot u(t) \quad (1)$$

Al aplicar Laplace, la derivada pasa a ser $sY(s) - y(0)$. Se toma $y(0) = 0$ porque al inicio no hay aumento de temperatura respecto del valor de partida. Así se obtiene:

$$(60s + 1) \cdot Y(s) = 0,5 \cdot U(s) \quad (2)$$

$$G(s) = \frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{0,5}{(60s + 1)} \quad (3)$$

$G(s)$ permite calcular la salida a partir de la entrada, con la condición inicial indicada. El polo es $s = -1/60$ por segundo. Su signo negativo indica que la respuesta se estabiliza. La constante de tiempo es 60 s: en ese intervalo se alcanza cerca del 63,2 % del cambio final. MIT (2025) explica esta respuesta gradual y cómo cambia al usar un controlador proporcional.

Con sensor ideal $H(s) = 1$ y controlador proporcional $C(s) = \frac{8\%}{^{\circ}\text{C}}$, la realimentación negativa produce el siguiente resultado, recalculado a partir del informe anterior:

$$\frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{C(s) \cdot G(s)}{[1 + C(s) \cdot G(s)]} \quad (4)$$

$$\frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{4}{(60s + 5)} = \frac{0,8}{(12s + 1)} \quad (5)$$

Al pedir un aumento de 10°C , el modelo con controlador llega a 8°C : faltan 2°C . La constante de tiempo baja de 60 a 12 s. En lazo abierto, un calentamiento fijo del 20 % produce un aumento de 10°C bajo los parámetros supuestos, pero responde más lentamente. El controlador proporcional mejora la rapidez, aunque en este caso no elimina el error final. Estos valores son calculados, no medidos en un tanque real.

3.2. Comparación con una respuesta al comienzo del curso

Al inicio del curso veía Laplace principalmente como un procedimiento para resolver ecuaciones diferenciales. Con el ejemplo del tanque, ahora puedo darle un uso más concreto: calcular cuánto tarda el proceso en responder, comprobar si se estabiliza y determinar cuánto falta para alcanzar la temperatura deseada. Esos resultados permiten explicar por qué se elige un controlador.

Lo que cambia es la forma de leer el cálculo. La constante de tiempo de 12 s indica una respuesta más rápida, pero la ganancia de 0,8 explica por qué no se alcanza el aumento de 10 °C. Además, el cálculo supone parámetros constantes y una relación proporcional entre calentamiento y temperatura. No incluye la potencia máxima del calentador, errores del sensor ni demoras. Antes de aplicar estos resultados en un tanque real habría que revisar esas condiciones.

3.3. Evaluación de la metodología respecto de la opinión inicial

En la Semana 01 apoyé el uso de IA con reglas claras y responsabilidad del estudiante. También señalé que declarar su uso no demuestra que se haya comprendido el trabajo. Por eso propuse una explicación individual después de la entrega (Riquelme Vergara, 2026a).

Tras los trabajos realizados, mantengo esa opinión. La metodología resulta útil cuando puedo explicar los resultados y comprobar de dónde salen. El paso desde la medición eléctrica al modelo del tanque ayuda a conectar los contenidos del curso. Aun así, la presentación del informe no permite saber por sí sola cuánto comprendió el estudiante. La revisión debe centrarse también en sus explicaciones y en la forma en que interpreta los cálculos.

Propongo pedir una comprobación breve después de algunas entregas: explicar un cálculo, justificar una condición del modelo o cambiar un parámetro. En el tanque, por ejemplo, se podría reducir la ganancia del controlador y preguntar qué cambia en la respuesta. El estudiante tendría que distinguir la rapidez del proceso del error final, en lugar de repetir que el control mejora el sistema. Así se revisaría su comprensión con un caso concreto. Es una recomendación basada en los informes; todavía no se ha aplicado ni se ha medido su efecto en el aprendizaje.

3.4. Comparación de los métodos para declarar contribuciones

CRedit es una clasificación de 14 tipos de contribución, aprobada como estándar ANSI/NISO en 2022 (National Information Standards Organization [NISO], 2022). Incluye programación y preparación de datos, además de ideas, metodología y escritura. Describe lo que aportó cada participante, pero no decide por sí sola quién es autor (NISO, s. f.-a). La Tabla 1 compara su utilidad con el método exigido en la pauta.

Tabla 1. Comparación limitada a la pauta de Semana 06 y la documentación oficial de CRedit. Elaboración del informe a partir de Alarcón (2026b) y NISO (2022, s. f.-a, s. f.-b).

Criterio	Ciencia Generativa en la pauta	CRedit
Alcance de roles	Ocho roles posibles para declarar aportes humanos y de IA.	Catorce roles; incluye código y preparación de datos.
Identificación de IA	Exige identificar el modelo y sus tareas, y contrastar los aportes con el trabajo realizado.	Sus categorías no incluyen un campo específico para registrar el modelo de IA utilizado.
Revisión	Solicita registrar las tareas que efectivamente se realizaron.	Recomienda acordar los roles y revisarlos con los participantes.
Autoría	Distingue participante humano y herramienta utilizada.	Describe los aportes; no decide quién cumple los requisitos de autoría.

NISO recomienda acordar y revisar los roles. Una persona puede tener varios y se pueden omitir los que no correspondan (NISO, s. f.-b). Esto permite describir las tareas de cada participante, aunque no indica qué parte del texto produjo la IA. Para dejarlo claro habría que añadir un registro de sus tareas, como se propone aquí; ese registro no forma parte del estándar.

4. Discusión

El tanque muestra por qué conviene revisar los cálculos junto con la explicación escrita. Decir que el lazo cerrado es mejor porque responde más rápido dejaría fuera los 2 °C de error final. Laplace permite ver ambos resultados en la misma expresión. Para estudiar cómo eliminar ese error se podría añadir una acción integral, que ajuste el calentamiento según el error acumulado. Esa opción necesitaría otro análisis y no se calcula aquí.

Sobre el uso de IA en el curso, sigo considerando que puede ser un apoyo si el estudiante entiende lo que entrega. Una manera de comprobarlo es pedirle que explique una ecuación o que calcule qué sucede al cambiar un dato. El informe final muestra un resultado, pero no todo el camino seguido para obtenerlo. Por eso propongo comprobaciones breves relacionadas con el tema de cada actividad. No sería necesario agregar una evaluación extensa a todas las entregas: bastaría con elegir preguntas que permitan observar cómo el estudiante interpreta su propio trabajo.

No veo una razón suficiente para sustituir Ciencia Generativa por CRediT. CRediT ofrece más categorías de tareas; la pauta del curso pide identificar la IA y revisar sus aportes. Además, Ciencia Generativa ya propone usar roles de CRediT para registrar contribuciones (Alarcón, 2026a). Por eso considero que pueden usarse juntos. Esta comparación se limita al informe y no demuestra que un método sea siempre superior.

Mantendría Ciencia Generativa y acompañaría cada aporte con una tarea y una forma de comprobarla. En este trabajo, la IA ayudó a obtener las ecuaciones del tanque y yo revisé los cálculos del informe. Ese registro permite saber qué se hizo y quién lo comprobó. Si otra actividad incluye programación o preparación de datos, se pueden agregar los roles de CRediT que correspondan y citar su origen. La idea es describir el trabajo con ejemplos concretos. Una lista de roles sin las tareas realizadas entrega menos información sobre la participación de cada persona.

La IA ayudó a ordenar ideas, buscar fuentes, calcular y preparar el borrador. Yo revisé y modifiqué el contenido, comprobé las fórmulas y confirmé que las opiniones reflejan mi posición. MIT respalda el análisis del control; NISO permite comparar los roles, y Ciencia Generativa se consultó en la publicación de su autor. Esta comprobación se limita al informe: no reemplaza una prueba del tanque ni mide cuánto se aprendió en el curso. No asigno porcentajes de participación, porque no se definió una manera de medirlos.

5. Conclusiones

El caso del tanque permite entender para qué sirve Laplace: relacionar la entrada con la salida y calcular el efecto de un controlador. Con control proporcional, la constante de tiempo baja de 60 a 12 s. Sin embargo, al pedir un aumento de 10 °C se obtienen 8 °C y quedan 2 °C de error. La mejora en rapidez y el error final deben considerarse juntos al evaluar el control. Los resultados dependen de los parámetros y de las condiciones asumidas en el modelo. Mi opinión sobre la metodología sigue siendo favorable. Declarar el uso de IA es necesario, pero también hay que comprender y revisar el contenido. Propongo comprobarlo mediante una explicación breve o un cambio de parámetros en algunas entregas. La propuesta busca revisar la comprensión del estudiante; su efecto sobre el aprendizaje aún no se ha medido. CRediT permite describir más tipos de tareas y puede complementar Ciencia Generativa. Mantendría el método del curso y añadiría las tareas realizadas, cómo se comprobaron y quién las revisó. En esta versión ya revisé las fórmulas, las fuentes y las opiniones. Como autor, asumo la responsabilidad del contenido que presento y de su autorización de publicación.

Nota bibliográfica. La referencia Alarcón (2026a) corresponde a la versión pública de julio de 2026. La pauta es el documento entregado para esta actividad. Los informes de las Semanas 01 y 05 son trabajos del autor. Las fuentes web se revisaron el 1 de octubre de 2026.

6. Declaraciones

Publicación académica: AUTORIZO expresamente la publicación y difusión de esta versión identificada del informe, con mi nombre completo, Ignacio Baltazar Riquelme Vergara, y mi correo institucional, i.riquelme10@ufromail.cl, en repositorios, sitios web y otros medios académicos, institucionales o públicos.

Condición de reutilización: AUTORIZO compartir, copiar, reutilizar, traducir, adaptar y modificar este informe, incluso con fines comerciales, bajo CC BY 4.0 y sin aprobación adicional. Se debe reconocer la autoría, enlazar la licencia e indicar los cambios realizados (Creative Commons, s. f.).

Licencia: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es> Este informe se distribuye bajo la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

7. Bibliografía

- Alarcón, C. (2026a). 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>
- Alarcón, C. (2026b, 28 de septiembre). Requerimientos Informe Semana 06 [Pauta preliminar de actividad]. Automatización de Procesos Productivos, Universidad de La Frontera. Documento proporcionado por el estudiante.
- Creative Commons. (s. f.). Atribución/Reconocimiento 4.0 Internacional.
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>
- Massachusetts Institute of Technology. (2007). Lecture notes: Systems, modeling, and control II. MIT OpenCourseWare.
<https://ocw.mit.edu/courses/2-004-systems-modeling-and-control-ii-fall-2007/pages/lecture-notes/>
- Massachusetts Institute of Technology. (2025). 1st-order differential equations and proportional control. 6.310 Spring 2025, Prelab 3.
https://introcontrol.mit.edu/spring25/prelabs/prelab3/propc_deriveq
- National Information Standards Organization. (2022). ANSI/NISO Z39.104-2022, CRediT, Contributor Roles Taxonomy.
<https://doi.org/10.3789/ansi.niso.z39.104-2022>
- National Information Standards Organization. (s. f.-a). CRediT role descriptors.
<https://credit.niso.org/contributor-roles-defined/>
- National Information Standards Organization. (s. f.-b). How to implement CRediT.
<https://credit.niso.org/implementing-credit/>
- Riquelme Vergara, I. B. (2026a). Informe Semana 01: Inteligencia artificial, asistencia y evaluación del aprendizaje en un curso universitario de automatización [Informe de curso, versión corregida del 26 de septiembre]. Universidad de La Frontera.
- Riquelme Vergara, I. B. (2026b, 23 de septiembre). Informe Semana 05: Control de temperatura de un tanque en lazo abierto y cerrado [Informe de curso]. Universidad de La Frontera.