



XXXVII CONGRESO CHILENO DE EDUCACIÓN EN INGENIERÍA 2025
PROYECCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES EN LA FORMACIÓN EN INGENIERÍA:
LA EDUCACIÓN EN MODALIDAD PRESENCIAL, HÍBRIDA Y VIRTUAL
Concepción, 8 al 10 de octubre 2025

CLASES INTERACTIVAS DE ECUACIONES DIFERENCIALES USANDO JUPYTER BOOK

Denis Orlando Osses Johns, Universidad Adolfo Ibáñez, denis.osses@uai.cl

RESUMEN

La Innovación implementada en el curso de Ecuaciones Diferenciales Ordinarias -dirigido a estudiantes de Ingeniería Civil- busca transformar este curso habitualmente teórico en una experiencia interactiva y aplicada. Utilizando Jupyter Book, herramienta tecnológica que integra Markdown, LaTeX, Python y GitHub, se desarrolló un entorno de aprendizaje dinámico que permite a los estudiantes explorar problemas aplicados y realizar simulaciones en tiempo real.

La iniciativa incluye cambios significativos en la estructura del curso, como evaluaciones prácticas realizadas en clase, un proyecto grupal semestral de alta complejidad y una escala de calificaciones basada en logros porcentuales. Estas modificaciones fomentaron el aprendizaje colaborativo, el uso de tecnologías y una mayor conexión entre teoría y práctica.

Los resultados muestran una alta valoración por parte de los estudiantes, quienes destacaron la claridad, organización y el impacto positivo en su aprendizaje. No obstante, se identificaron oportunidades de mejora, como incorporar controles intermedios, aumentar el tiempo para evaluaciones y ofrecer recursos prácticos adicionales. Esta metodología tiene el potencial de extenderse a otros cursos de Matemáticas, con una enseñanza centrada en el desarrollo de competencias aplicadas y el uso de herramientas tecnológicas.

PALABRAS CLAVE: Innovación Educativa, Jupyter Book, Ecuaciones Diferenciales, Aprendizaje Interactivo, Tecnología Educativa.

INTRODUCCIÓN

El curso Ecuaciones Diferenciales Ordinarias (EDO) es el final de la línea de Matemáticas del Primer Ciclo de Ingeniería Civil y suele ser un curso complejo para los estudiantes ya que requiere conocimientos de todos los cursos previos de esta línea (a saber: Álgebra, Cálculo Diferencial, Cálculo Integral, Álgebra Lineal y Cálculo Multivariantes). Esto plantea un gran desafío en relación a la enseñanza de EDO ya que tiene una dificultad inherente a las Matemáticas sumado a todos los prerrequisitos necesarios.

Como objetivos principales de esta Innovación planteamos:

- Flexibilidad e interactividad con los contenidos de clase y desarrollo de problemas, con el fin de mejorar la experiencia estudiantil.
- Fomento del uso de tecnología y trabajo colaborativo para el planteamiento y resolución de problemas.
- Modificación de la estructura usual de pruebas, en relación a su modo de aplicación, formato y calificación del desempeño.



XXXVII CONGRESO CHILENO DE EDUCACIÓN EN INGENIERÍA 2025
PROYECCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES EN LA FORMACIÓN EN INGENIERÍA:
LA EDUCACIÓN EN MODALIDAD PRESENCIAL, HÍBRIDA Y VIRTUAL
Concepción, 8 al 10 de octubre 2025

- Acceso a niveles cognitivos superiores a través del análisis matemático apoyado por la tecnología.
- Extensión de esta Innovación a más cursos del Área de Matemáticas de la Facultad de Ingeniería y Ciencias si el piloto resulta exitoso.

DESARROLLO

MARCO TEÓRICO

La innovación educativa en la enseñanza de Ecuaciones Diferenciales Ordinarias (EDO) se enmarca en el uso de tecnologías interactivas como Jupyter Book para mejorar la comprensión de conceptos abstractos y fomentar habilidades prácticas. Este enfoque responde a la necesidad de preparar a los estudiantes para entornos de trabajo que demandan el uso de herramientas tecnológicas avanzadas y un aprendizaje basado en competencias, como señala la taxonomía de Bloom.

1. El uso de tecnologías interactivas en la enseñanza universitaria

El empleo de tecnologías interactivas en la educación superior ha demostrado ser efectivo para mejorar la motivación y el rendimiento académico (Bates, 2022). Herramientas como Jupyter Book permiten integrar contenido teórico con actividades prácticas en un entorno único, facilitando el aprendizaje autodirigido y la exploración de escenarios complejos. La interactividad, combinada con simulaciones en tiempo real, promueve niveles más altos de aprendizaje, como el análisis, la síntesis y la evaluación, alineándose con enfoques pedagógicos constructivistas.

2. Beneficios del uso de Jupyter Book para la enseñanza de EDO

Jupyter Book es una herramienta que combina múltiples funcionalidades: visualización matemática, programación y documentación. Holdgraf et al., 2025, crearon esta plataforma que no solo centraliza recursos, sino que también fomenta habilidades de programación y resolución de problemas en contextos reales. En el caso de las EDO, su capacidad para realizar simulaciones dinámicas ayuda a los estudiantes a visualizar soluciones, analizar parámetros iniciales y evaluar resultados en tiempo real. La accesibilidad y el carácter gratuito de Jupyter Book lo convierten en una herramienta inclusiva y eficiente en el ámbito educativo.

Esta innovación docente, respaldada por el marco teórico, representa una oportunidad para transformar la enseñanza tradicional, conectando la teoría matemática con aplicaciones prácticas y promoviendo un aprendizaje significativo y duradero.



XXXVII CONGRESO CHILENO DE EDUCACIÓN EN INGENIERÍA 2025
PROYECCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES EN LA FORMACIÓN EN INGENIERÍA:
LA EDUCACIÓN EN MODALIDAD PRESENCIAL, HÍBRIDA Y VIRTUAL
Concepción, 8 al 10 de octubre 2025

METODOLOGÍA/DESCRIPCIÓN DE LA INNOVACIÓN

Explicación del procedimiento empleado para ejecutar la innovación, abarcando aspectos como la preparación, estructuración, puesta en marcha y evaluación (independientemente de la existencia de datos cuantitativos). Especificación de los elementos fundamentales de la innovación educativa, enfatizando sus componentes esenciales, medios empleados y su incorporación al ambiente educativo.

Para abordar la problemática antes mencionada, planteamos una Innovación Docente cuya metodología está basada en el uso de tecnología en el aula que permita presentar los contenidos del curso de manera profunda y visualmente atractiva, junto con una gran interactividad en el desarrollo de problemas.

El núcleo de la Innovación consiste en el uso de la herramienta Jupyter Book para el desarrollo de las clases, que reúne armónicamente los editores de texto escrito Markdown, de texto matemático Latex, el lenguaje de programación computacional Python y la plataforma de desarrollo GitHub, tal como se observa en la figura 1. Todos ellos se articulan y nos posibilitan crear un libro web con los contenidos del curso y ejercicios interactivos. Cabe señalar que todas estas herramientas son de acceso gratuito y no tienen ningún costo, salvo el tiempo de desarrollo por parte del profesor.



Figura 1: Esquema explicativo de las aplicaciones que forman la página web
Fuente: Elaboración propia

Se puede visualizar el curso en la dirección: <https://denisosses.github.io/CursoEdo>. Para aplicar la interactividad, acceda usando su celular, tablet o computador, y active el ícono “cohete” y marque “Live Code”. Luego espere hasta que aparezca la instrucción “ready” como se observa en la figura 2. Posteriormente puede manipular libremente los códigos en Python.

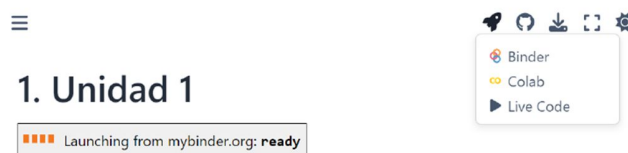


Figura 2: Cómo activar la interactividad
Fuente: Elaboración propia



XXXVII CONGRESO CHILENO DE EDUCACIÓN EN INGENIERÍA 2025
PROYECCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES EN LA FORMACIÓN EN INGENIERÍA:
LA EDUCACIÓN EN MODALIDAD PRESENCIAL, HÍBRIDA Y VIRTUAL
Concepción, 8 al 10 de octubre 2025

En simple, se crea una página Web con las clases del curso y los códigos escritos se ejecutan y modifican virtualmente sin la necesidad de salir de la página, ya que la computación se realiza en un servidor remoto.

Junto con lo anterior, en este curso nos interesa realizar las siguientes innovaciones con respecto a la estructura usual de clases (de matemáticas) y que listamos a continuación:

- **Interactividad de la Cátedra:** Se adaptan los contenidos del curso (que se mantienen por completo) a la estructura que otorga Jupyter Book y los códigos de Python ahí insertos permiten resolver problemas aplicados y analizar distintos escenarios -que dependen de parámetros y condiciones iniciales- en tiempo real.
- **Trabajo en equipo supervisado:** Como el curso solicita el uso de tecnología, se trabaja colectivamente bajo la supervisión atenta del profesor para orientar el planteamiento/resolución de problemas y resolver eventuales complicaciones en el aula.
- **Evaluaciones en horario de clase:** Se eliminan las pruebas en otros horarios con el fin de disminuir los problemas con asignación de salas y desplazamiento de estudiantes desde y hacia sus hogares en horarios complicados. Desaparecen además las “Clase de Ejercicios” o “Ajuste”, ya que se trabaja todo en clase.
- **3 evaluaciones prácticas y 3 teóricas individuales:** Se permite el uso de computador personal para desarrollar la evaluación práctica. Las evaluaciones teóricas son escritas y tienen el formato estándar de desarrollo y solución de problemas.
- **No hay controles de ayudantía:** No se realizan controles de ayudantía para enfocarse en la resolución de problemas. Esto pretende mejorar el trabajo del ayudante ya que todas las evaluaciones son en horario de cátedra.
- **Proyecto semestral grupal:** Se plantean problemas de una complejidad elevada para desarrollar durante todo el semestre. Hay 2-3 entregas preliminares acumulativas que permiten monitorear la evolución del trabajo. La presentación final se realiza presencialmente durante la fecha de exámenes y es abierta al público.
- **Escala porcentual de notas:** Se asignan las notas en función de una escala vigesimal que divide el rango usual de calificaciones (entre 1,0 y 7,0) en porcentajes de logro de tamaño 5. Con esto se pretende mejorar la percepción de “subjetividad” que tiene toda corrección y asignar, en cierto modo, una evaluación que trate de medir el desempeño global de un estudiante. La escala se observa en la Tabla 1.



XXXVII CONGRESO CHILENO DE EDUCACIÓN EN INGENIERÍA 2025
PROYECCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES EN LA FORMACIÓN EN INGENIERÍA:
LA EDUCACIÓN EN MODALIDAD PRESENCIAL, HÍBRIDA Y VIRTUAL
Concepción, 8 al 10 de octubre 2025

Tabla 1: Notas según intervalos porcentuales

| | | | | | | | |
|----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
| Intervalo Porcentual | [0] |]0-5] |]5-10] |]10-15] |]15-20] |]20-25] |]25-30] |
| Calificación | 1 | 1,3 | 1,6 | 1,9 | 2,2 | 2,5 | 2,8 |
| Intervalo Porcentual |]30-35] |]35-40] |]40-45] |]45-50] |]50-55] |]55-60] |]60-65] |
| Calificación | 3,1 | 3,4 | 3,7 | 4 | 4,3 | 4,6 | 4,9 |
| Intervalo Porcentual |]65-70] |]70-75] |]75-80] |]80-85] |]85-90] |]90-95] |]95-100] |
| Calificación | 5,2 | 5,5 | 5,8 | 6,1 | 6,4 | 6,7 | 7 |

Fuente: Elaboración propia

RESULTADOS

Al finalizar el curso se realizó una encuesta al alumnado que fue respondida por 30 de 40 estudiantes, es decir el 75% del curso. Los resultados se comparten a continuación en las figuras 3 a 9

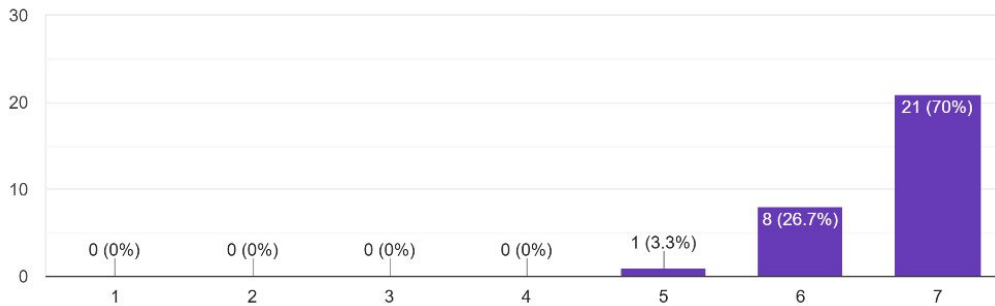


Figura 3: La flexibilidad e interactividad con los contenidos de clase y desarrollo de problemas, mejoró mi experiencia de aprendizaje.

Fuente: Elaboración propia

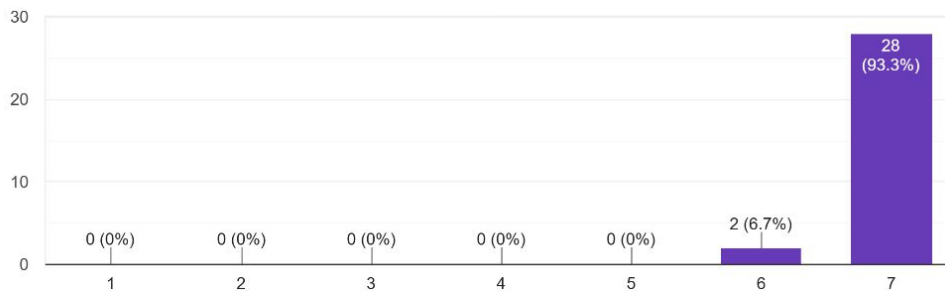


Figura 4: El curso fomentó del uso de tecnología y trabajo colaborativo para el planteamiento y resolución de problemas.

Fuente: Elaboración propia



XXXVII CONGRESO CHILENO DE EDUCACIÓN EN INGENIERÍA 2025
PROYECCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES EN LA FORMACIÓN EN INGENIERÍA:
LA EDUCACIÓN EN MODALIDAD PRESENCIAL, HÍBRIDA Y VIRTUAL
Concepción, 8 al 10 de octubre 2025

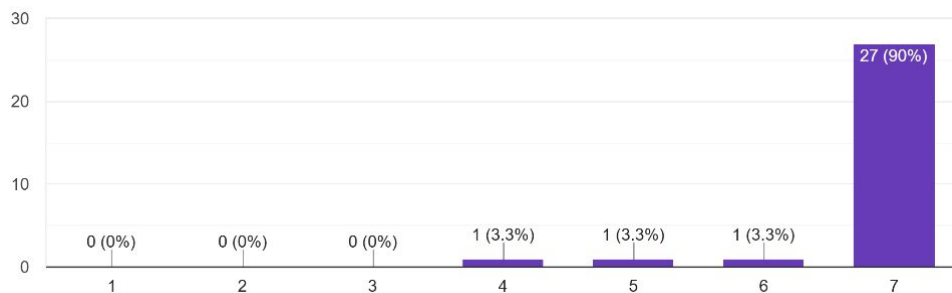


Figura 5: La modificación de la estructura usual de pruebas, en relación a su modo de aplicación, formato y calificación del desempeño, fue relevante para mi aprendizaje.
 Fuente: Elaboración propia

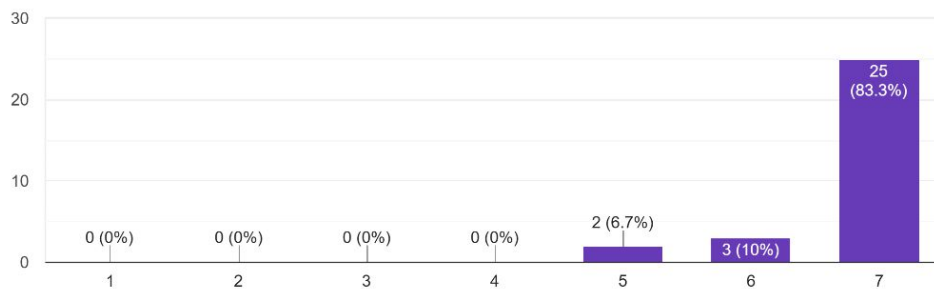


Figura 6: Accedí a niveles cognitivos superiores a través del análisis matemático apoyado por la tecnología.
 Fuente: Elaboración propia

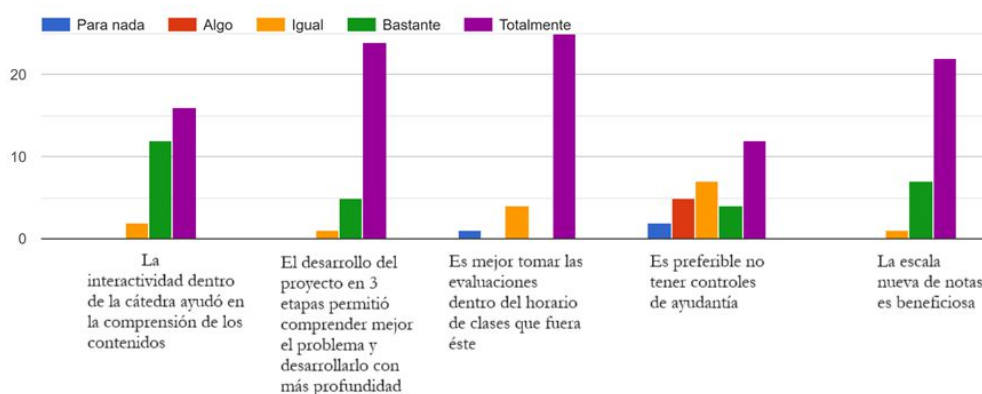


Figura 7: En comparación con los cursos anteriores de matemáticas:
 Fuente: Elaboración propia



XXXVII CONGRESO CHILENO DE EDUCACIÓN EN INGENIERÍA 2025 PROYECCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES EN LA FORMACIÓN EN INGENIERÍA: LA EDUCACIÓN EN MODALIDAD PRESENCIAL, HÍBRIDA Y VIRTUAL Concepción, 8 al 10 de octubre 2025

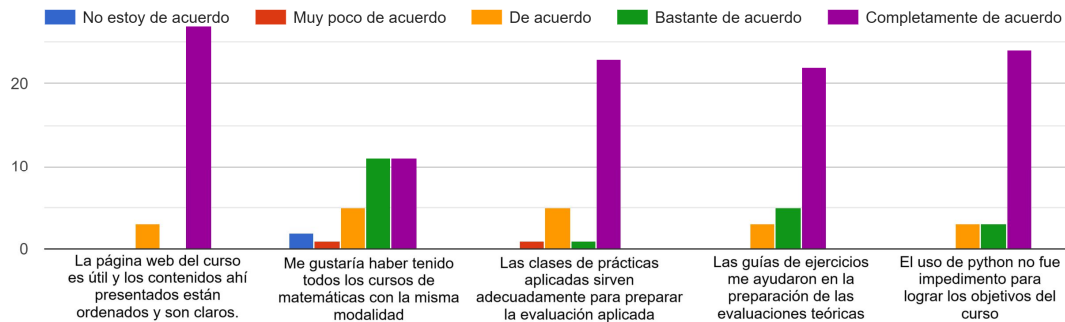


Figura 8: Preguntas variadas con respecto a la Innovación
Fuente: Elaboración propia

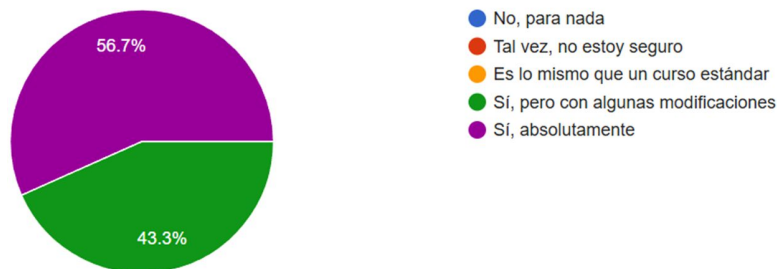


Figura 9: Recomendaría seguir, extender y profundizar una innovación del mismo estilo
Fuente: Elaboración propia

En el último apartado de la encuesta, se permitió comentar, opinar, sugerir o evaluar de modo general la Innovación y cómo se podría mejorar. Un resumen de los aspectos positivos más destacados es:

- **Innovación en el formato del curso:**

La implementación de herramientas tecnológicas como Python y el uso de una página web interactiva fue ampliamente valorada.

La integración de herramientas tecnológicas se percibió como una forma de facilitar el aprendizaje práctico y fomentar el interés en los estudiantes.

- **Organización y claridad del curso:**

La página web recibió elogios por centralizar la información, conectar los temas y evitar la dispersión entre materiales.

La modalidad estructurada entre evaluaciones aplicadas y teóricas fue bien recibida, ya que ayudó a entender tanto los fundamentos como las aplicaciones.



XXXVII CONGRESO CHILENO DE EDUCACIÓN EN INGENIERÍA 2025
PROYECCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES EN LA FORMACIÓN EN INGENIERÍA:
LA EDUCACIÓN EN MODALIDAD PRESENCIAL, HÍBRIDA Y VIRTUAL
Concepción, 8 al 10 de octubre 2025

- **Impacto en el aprendizaje:**

Los estudiantes reportaron haber aprendido más que en cursos anteriores.

El enfoque práctico y aplicado ayudó a los alumnos a ver las conexiones entre la teoría y su aplicación en el mundo real.

- **Valoración del profesor y ayudantes:**

Se destacó la importancia del rol del profesor y los ayudantes para el éxito del curso. Hubo consenso en que el compromiso del equipo docente fue clave para el aprendizaje.

- **Innovación pedagógica:**

Los simulacros antes de las evaluaciones aplicadas fueron valorados como una buena forma de prepararse. La combinación de teoría y práctica fue percibida como efectiva para el aprendizaje integral.

Un resumen de los aspectos negativos mayormente mencionados es:

- **Falta de controles previos:**

La ausencia de evaluaciones menores, como controles, generó incertidumbre y dificultó la preparación para las pruebas.

Varios alumnos mencionaron que incluir controles o tareas opcionales podría ayudar a distribuir mejor el aprendizaje y reforzar los contenidos.

- **Tiempo insuficiente para evaluaciones aplicadas:**

Hubo consenso en que el tiempo para realizar las evaluaciones aplicadas era insuficiente, limitando la profundidad del análisis y el aprendizaje.

- **Preocupaciones sobre la dependencia tecnológica:**

Algunos estudiantes mencionaron que herramientas como ChatGPT podrían facilitar que los alumnos pasen las evaluaciones sin adquirir el conocimiento esperado, afectando el pensamiento crítico.

- **Copia y heterogeneidad entre secciones:**

Hubo preocupación de que la metodología podría no funcionar igual en todas las secciones, dependiendo del perfil de los estudiantes y del equipo docente.

- **Carga académica y sistema de avances:**



XXXVII CONGRESO CHILENO DE EDUCACIÓN EN INGENIERÍA 2025
PROYECCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES EN LA FORMACIÓN EN INGENIERÍA:
LA EDUCACIÓN EN MODALIDAD PRESENCIAL, HÍBRIDA Y VIRTUAL
Concepción, 8 al 10 de octubre 2025

Aunque el proyecto fue valorado, algunos sugirieron modificar el sistema de avances para que fuera más consistente, aunque reconocieron la carga adicional que podría generar.

- **Espacio para profundización:**

Varias respuestas sugirieron dedicar más tiempo en clases para aplicaciones prácticas y casos actuales. También se mencionó que guías adicionales con códigos podrían facilitar la realización de actividades.

Desde mi perspectiva, la Innovación fue positiva y coincide en muchos aspectos con la apreciación por parte del estudiantado. Dentro de las experiencias relevantes, puedo mencionar:

La realización completa del programa del curso. De hecho, creo que se puede avanzar más rápido -sin perder profundidad- en el desarrollo de los contenidos ya que estos están totalmente expresados en la web.

La asistencia a clases fue muy alta, alrededor del 90%. Ocurrió un descenso hacia el último mes de clases, como es usual en la Universidad, debido principalmente a la sobrecarga de todos los cursos.

CONCLUSIONES

A partir de las Figuras 3 a 9, observamos que los estudiantes del curso quedaron satisfechos con la Innovación (Figura 9) y los resultados de aprendizaje logrados. En particular, las Figuras 7 y 8 muestran que la mayoría de los objetivos planteado inicialmente se lograron satisfactoriamente.

Por otro lado, dentro de la Encuesta realizada, concluimos que como sugerencias mencionadas recurrentemente para mejorar podemos:

- Implementar controles o tareas opcionales con recompensas.
- Aumentar el tiempo disponible para las evaluaciones aplicadas.
- Realizar simulacros previos a las pruebas para reducir la incertidumbre.
- Ofrecer más recursos prácticos, como guías y códigos.
- Mantener la calidad docente como un factor clave para la metodología.

Finalmente, la página web creada permite usar la herramienta de Google Analytics para monitorear, entre muchas variables, la cantidad de accesos a la web del curso. Un descubrimiento interesante se expresa en el siguiente gráfico:



XXXVII CONGRESO CHILENO DE EDUCACIÓN EN INGENIERÍA 2025
PROYECCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES EN LA FORMACIÓN EN INGENIERÍA:
LA EDUCACIÓN EN MODALIDAD PRESENCIAL, HÍBRIDA Y VIRTUAL
Concepción, 8 al 10 de octubre 2025

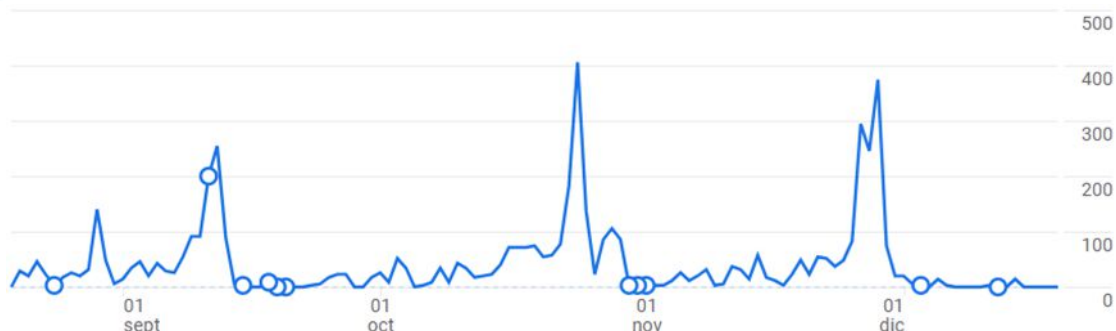


Figura 20: Cantidad vistas semanales de la página web, período 19-08-24 al 19-12-24
Fuente: Elaboración Propia vía Google Analytics

Observamos que aparecen 3 grandes *peaks*, los que coinciden con las semanas donde se realizaron las evaluaciones. Esto es un dato importante para evidenciar la típica sensación o idea generalizada de que la mayoría de estudiantes “estudia los últimos días antes de las pruebas”.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco el apoyo otorgado por la Dirección de Docencia de la Facultad de Ingeniería y Ciencias y la Dirección de Docencia institucional de la Universidad Adolfo Ibáñez

REFERENCIAS

The Jupyter Book Community. Recuperado el 22 de agosto de 2025 de <https://jupyterbook.org/>

Chris Holdgraf. (22 de agosto de 2025). *Jupyter Book 101: Beautiful, publication-quality documents from computational material*. Youtube.

https://www.youtube.com/watch?v=IZ2FHTkyaMU&ab_channel=ChrisHoldgraf

Bates, T. (2022). *Teaching in a Digital Age: Guidelines for Designing Teaching and Learning*. BCcampus Open Textbooks. <https://pressbooks.bccampus.ca/teachinginadigitalagev3m/>