
Experiencia educacional intercátedras e interfacultades en la carrera de Ingeniería Civil. “Resolución de curvas H-Q mediante el método numérico de mínimos cuadrados”



Diego Amiconi

Grupo de Investigación en Hidráulica, Facultad Regional La Plata, UTN, Argentina
ghidráulica@gmail.com

Guillermo Mena

Grupo de Investigación en Hidráulica, Facultad Regional La Plata, UTN, Argentina
ghidráulica@gmail.com

Alicia Gamino

Grupo de Investigación en Hidráulica, Facultad Regional La Plata, UTN, Argentina
ghidráulica@gmail.com

Diana Chavasse

Departamento de Ingeniería Civil, Facultad Regional Buenos Aires, UTN ghidráulica@gmail.com, Argentina

Rubén Fittipaldi

Grupo de Investigación en Hidráulica, Facultad Regional La Plata, UTN, Argentina
ghidráulica@gmail.com

Carlos Samudio

Grupo de Investigación en Hidráulica, Facultad Regional La Plata, UTN, Argentina
ghidráulica@gmail.com

Silvina Barbeito

Grupo de Investigación en Hidráulica, Facultad Regional La Plata, UTN, Argentina
ghidráulica@gmail.com

Ingenio Tecnológico

vol. 8, e075, 2026
Universidad Tecnológica Nacional, Argentina
ISSN-E: 2618-4931
Periodicidad: Frecuencia continua
ingenio@frlp.utn.edu.ar

Recepción: 07 noviembre 2025

Aprobación: 10 noviembre 2025

URL: <https://portal.amelica.org/ameli/journal/266/2665532010/>

Resumen: En el presente trabajo se propone mostrar los resultados alcanzados al desarrollar una experiencia innovadora en la enseñanza de Métodos Numéricos en carreras de Ingeniería, denominada “Experiencia Educacional Intercátedras e Interfacultades”, en la que participaron la Facultad Regional La Plata y la Facultad Regional Buenos Aires.

La temática involucra a las cátedras de “Cálculo Avanzado, Hidrología y Obras Hidráulicas” de ambas Facultades y al Grupo de Investigación en Hidráulica.

La experiencia consistió en la aplicación de métodos numéricos para expresar mediante una función el comportamiento del caudal (Q) para distintas alturas (H) de un curso de agua.

Las y los estudiantes recibieron la explicación en forma conjunta de los docentes de las cátedras involucradas, ocasión en la que se suministró la información necesaria para interpretar la física del fenómeno. Se proporcionaron los datos del problema (registros de aforos realizados en una estación de la Red Hidrométrica Nacional) y se propuso la determinación de la curva H-Q para la estación seleccionada.

En base a la información brindada y a los objetivos propuestos, se procedió a explicar el método de Mínimos Cuadrados para el ajuste de curvas. Se ensayaron varias funciones de ajuste utilizando herramientas tradicionales y metodología basada en Inteligencia Artificial con programación en Python, y se seleccionó aquella que mejor acompaña a la tendencia de la nube de puntos, analizando la calidad de los resultados.

Finalmente, en función de una encuesta realizada, se pudo apreciar la impresión provocada en el grupo de estudiantes con este tipo de experiencia educacional innovadora.

Palabras clave: Mínimos Cuadrados, Hidrología, Curvas H-Q, Inteligencia Artificial, Python.

INTRODUCCIÓN

La propuesta forma parte de un grupo de iniciativas del Departamento de Ingeniería Civil de la Facultad Regional La Plata tendientes a la mejora en los métodos pedagógicos en las distintas cátedras de la carrera con el propósito de generar instancias innovadoras en el proceso de educación y aprendizaje y la revisión de los contenidos curriculares actuales.

La asignatura Cálculo Avanzado se ubica en el tercer año del diseño curricular vigente y la de Hidrología y Obras Hidráulicas en el cuarto año del mismo, resultando en consecuencia una experiencia de articulación vertical.

La participación de la docente de la Facultad Regional Buenos Aires aporta a su vez la experiencia en el manejo de la información de la Red Hidrológica Nacional.

En el presente trabajo se describen las características de la Experiencia Educacional Conjunta (EEC) implementada en el ciclo lectivo 2025, en la que se le propuso a un grupo de 26 estudiantes que están cursando Hidrología, resolver un problema hidrológico real utilizando herramientas numéricas vistas en el curso de Cálculo Avanzado.

OBJETIVOS DE LA EXPERIENCIA/INVESTIGACIÓN

La realización de la EEC entre las cátedras de Cálculo Avanzado, y la de Hidrología y Obras Hidráulicas estuvo dirigida a las y los estudiantes y tuvo como objetivos:

- a. Mostrar una vinculación dinámica entre las distintas temáticas que conforman el actual Plan de Estudios de la carrera de Ingeniería Civil de la Facultad Regional La Plata y la Facultad Regional Buenos Aires de la Universidad Tecnológica Nacional
- b. Despertar el interés de los estudiantes en la resolución de problemas prácticos de la especialidad, utilizando las diferentes habilidades y competencias suministradas a lo largo de la carrera.
- c. Enfatizar la importancia del manejo de los métodos numéricos para la resolución de problemas específicos en el ámbito de la Ingeniería, no sólo como alternativa de cálculo sino como herramienta necesaria para aquellos casos en que la resolución exacta resulte imposible o sumamente engorrosa.
- d. Incorporar el uso de herramientas de Inteligencia Artificial y uso de lenguajes de programación como Python para la resolución de problemas reales de ingeniería.
- e. Generar nuevas experiencias de enseñanza y aprendizaje.

DESARROLLO

La disponibilidad de la información de caudales en un curso de agua, resulta significativa en la toma de decisiones para los aprovechamientos del curso y la adopción de medidas de control en los casos de crecidas.

Caudal: Es el volumen de agua por unidad de tiempo que pasa por una sección de un cauce.

Aforo de una corriente de agua: es la medida del caudal circulante que pasa por una sección en un momento determinado.

Entre los diferentes métodos de aforo que pueden utilizarse, se encuentra aquel que permite el cálculo de los caudales mediante la medición de velocidades y el área de la sección del curso.

$$Q=U.A$$

Se sabe que las campañas de aforo resultan ser laboriosas ya que exigen mediciones de velocidades del agua en distintos puntos de la sección transversal y una detallada batimetría del curso.

Curvas H-Q

Para una sección dada, existe una relación entre el caudal y la altura de la lámina de agua, $Q = f(H)$, que se denomina curva de gastos.

La importancia de contar con la curva H-Q es que con el dato de altura se obtiene el caudal, facilitando el cálculo de un hidrograma continuo midiendo sistemáticamente las alturas.

La curva de gastos se determina experimentalmente por medidas repetidas de caudales y alturas en diversas condiciones, por lo que hace falta la realización de varios aforos en una sección para distintos niveles de agua. A partir de ella, basta con medir la altura para determinar el caudal, o lo que es lo mismo, basta con determinar la variación de la altura del agua con el tiempo, para obtener la variación de los caudales con el tiempo.

En resumen, las series de tiempo de caudales utilizadas en los análisis hidrológicos son inferidas a partir de series de observaciones regulares de alturas de niveles de agua sobre una escala y un modelo de transformación de alturas en caudales (curva HQ). Mediante aforos en una sección específica se obtiene un conjunto de observaciones de caudales asociados a alturas a las que se ajusta una curva HQ.

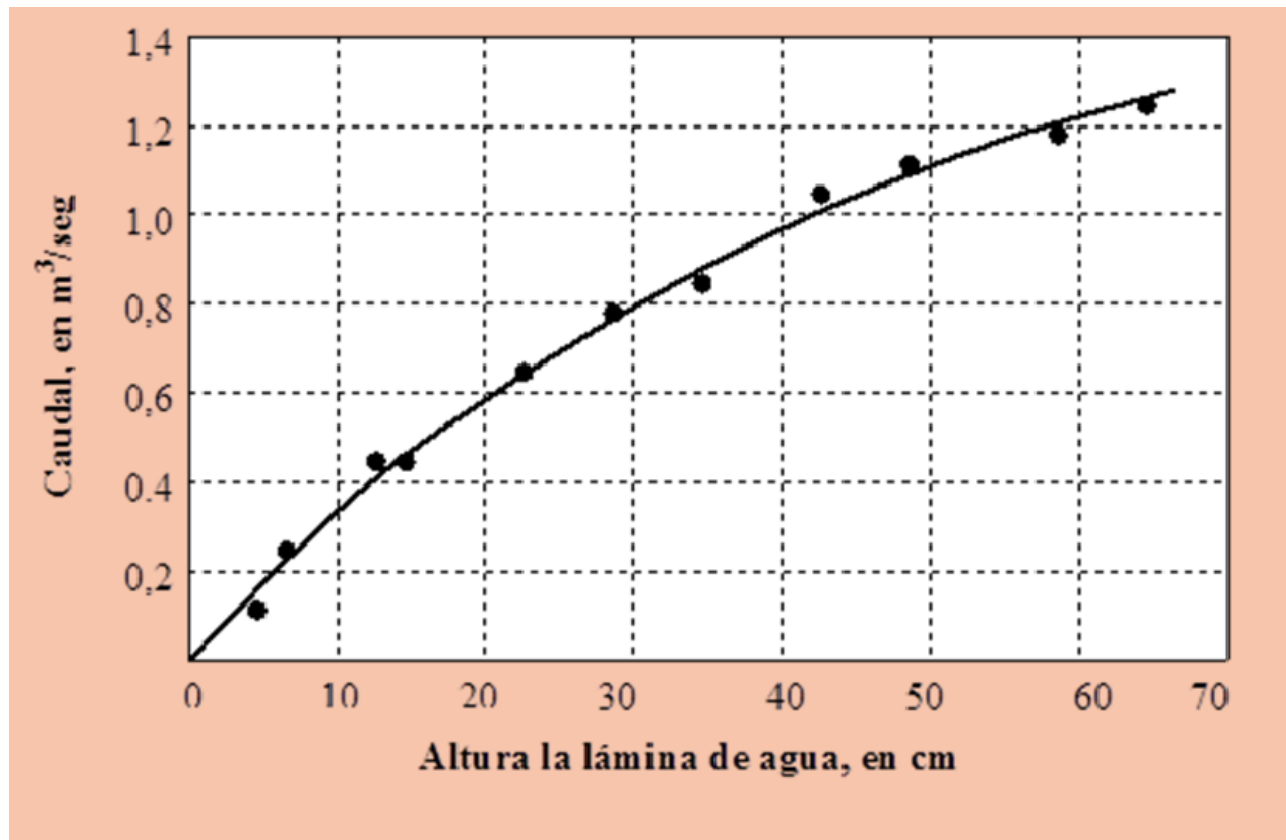


Imagen 1.
Ejemplo de Curva H-Q

A partir de la Serie de datos se utiliza el método numérico de los Mínimos Cuadrados para encontrar la curva que mejor acompañe a la nube de puntos, respetando la condición:

$$\sum_{i=1}^n [y_i - P_m(x_i)]^2 = \text{MINIMO}$$

Donde y_i son los caudales registrados para una determinada altura, y $P_m(x_i)$ los caudales resultantes de la curva de ajuste propuesta para la misma altura.

Se deberán ajustar al menos tres tipos de curvas (funciones) que respeten la tendencia de la nube de puntos y concluir cuál es la curva que mejor ajusta aplicando el coeficiente de regresión R^2 .

DATOS

Para resolver el problema, los estudiantes disponen de los siguientes datos:

- Archivo depurado de los Aforos de la Estación La Gotera (Mendoza) correspondiente al período diciembre de 1970 a setiembre de 2024 (archivo EEC HQ2025.xlsx). Los datos de aforos completos se pueden consultar en el [//snih.hidricosargentina.gob.ar/Filtros.aspx](https://snih.hidricosargentina.gob.ar/Filtros.aspx)

METODOLOGÍA DE RESOLUCIÓN

- a. Se trabajará la serie de datos conforme el Método de los Mínimos Cuadrados, según el tipo de curva a probar, determinando la ecuación de la curva de ajuste correspondiente y, en cada caso, se obtendrá el coeficiente de Regresión R^2 . En este punto, se aplicará el método de una manera clásica, por ejemplo con el uso de una planilla de cálculo (Excel), y luego se aplicarán herramientas de inteligencia artificial como Chat GPT o Gemini, para obtener los algoritmos en lenguaje Python y poder ejecutarlos luego en una plataforma como Google Colab.
- b. Se seleccionará la curva que mejor acompañe a la nube de puntos en base al coeficiente R^2 .

CONCLUSIONES

La implementación de la Experiencia Educacional Conjunta evidenció una serie de logros significativos en el marco de la formación de estudiantes de ingeniería. Entre los principales aportes, podemos mencionar:

- La posibilidad de visualizar de manera clara la complementariedad entre las cátedras participantes, lo cual permitió reforzar el rol de los métodos numéricos como herramienta fundamental para la resolución de problemas aplicados.
- La adecuación de la nomenclatura propia de los métodos numéricos a variables físicas concretas, en particular, aquellas relacionadas con problemáticas hidráulicas, favoreciendo una mayor comprensión y contextualización por parte del estudiantado.

- La integración de herramientas informáticas en la resolución de problemas reales, lo que contribuyó al desarrollo de competencias técnicas pertinentes a la disciplina.
- Las encuestas realizadas al final de la Experiencia, mostraron el interés y la motivación del estudiantado para la resolución de problemáticas prácticas propias de la especialidad, empleando los conocimientos adquiridos a lo largo de su trayectoria académica. Asimismo, los estudiantes han propuesto posibles combinaciones de cátedras en las que se podrían realizar actividades como la que se llevó a cabo.
- El fomento del trabajo colaborativo, incentivando el desarrollo de habilidades blandas como la comunicación, el intercambio de ideas y la construcción conjunta de soluciones, elementos esenciales en el ejercicio profesional.
- El fortalecimiento de la metodología de enseñanza y aprendizaje, a partir de la incorporación de nuevas estrategias didácticas y herramientas como el uso de Inteligencia Artificial y programación en Python que promueven la integración disciplinar y la innovación pedagógica.

REQUERIMIENTOS TÉCNICOS E INSUMOS:

Conexión a internet.

Cañón/Proyector.

BIBLIOGRAFÍA

Burden, R. L., C Faires, J. D. (2015). Numerical analysis (10th ed.). Cengage Learning.

ChatGPT. (2024). Modelo de lenguaje generativo basado en IA para resolución de problemas. OpenAI. <https://openai.com/chatgpt>

Chow, V. T. (1994). Applied Hydrology. McGraw-Hill.

Google Colab. (s.f.). Entorno de desarrollo colaborativo para Python en la nube. Google. <https://colab.research.google.com/>

Secretaría de Infraestructura y Política Hídrica. (s.f.). Sistema Nacional de Información Hídrica. Gobierno de Argentina. <https://snih.hidricosargentina.gob.ar>

INFORMACIÓN ADICIONAL

Área de trabajo relacionada: Experiencias de trabajo colaborativo e interdisciplinario

AmeliCA

Disponible en:

<https://portal.amelica.org/ameli/ameli/journal/266/2665532010/2665532010.pdf>

Cómo citar el artículo

Número completo

Más información del artículo

Página de la revista en portal.amelica.org

AmeliCA

Ciencia Abierta para el Bien Común

Diego Amiconi, Guillermo Mena, Alicia Gamino,
Diana Chavasse, Rubén Fittipaldi, Carlos Samudio,
Silvina Barbeito

**Experiencia educacional intercátedras e interfacultades
en la carrera de Ingeniería Civil. “Resolución de curvas H-
Q mediante el método numérico de mínimos cuadrados”**

Ingenio Tecnológico

vol. 8, e075, 2026

Universidad Tecnológica Nacional, Argentina

ingenio@frlp.utn.edu.ar

ISSN-E: 2618-4931



CC BY-NC-SA 4.0 LEGAL CODE

**Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-
CompartirIgual 4.0 Internacional.**