

Experiencia didáctica para medir el caudal de un río en un entorno natural. Comparación con los aportes de la inteligencia artificial

Didactic experience to measure the flow of a river in a natural environment. Comparison with the contributions of artificial intelligence

Benjamín Tannuré Godward¹, Lidia Beatriz Esper¹, María del Carmen Pérez Carmona¹

¹ Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, Universidad Nacional de Tucumán, Miguel Lillo 205, CP 4000, Tucumán. Argentina.

*E-mail: benjamin.tannure@csnat.unt.edu.ar

Resumen

Se muestra la implementación de una estrategia didáctica en contexto natural, para medir el caudal de un río, con estudiantes del ciclo básico de la carrera de Geología de la Facultad de Ciencias Naturales e I.M.L- UNT, para incrementar la motivación, interés y disposición para el trabajo. Además se incorporaron las propuestas de la inteligencia artificial a través del ChatGPT para verificar los aportes de la misma a la experiencia realizada en modo tradicional.

Palabras clave: Experiencia didáctica; Medición del caudal de un río; Entorno natural; Inteligencia artificial.

Abstract

The implementation of a didactic strategy in a natural context is shown, to measure the flow of a river, with students of the basic cycle of the Geology career of the Faculty of Natural Sciences and I.M.L-UNT, to increase motivation, interest and willingness to the job. In addition, Artificial Intelligence proposals were incorporated through ChatGPT to verify its contributions to the experience carried out in traditional mode.

Keywords: Didactic experience; Measurement of the flow of a river; Natural environment; Artificial intelligence.

I. INTRODUCCIÓN Y FUNDAMENTACIÓN

Basados en la experiencia como docentes universitarios, se llegó a la conclusión que el trabajo en grupos pequeños y moderados por docentes facilita el aprendizaje entre alumnos con conocimientos previos heterogéneos, y la cooperación entre ellos favorece la constatación de ideas y puntos de vistas diferentes. En la educación siempre se han requerido estrategias metodológicas orientadas al mejoramiento continuo del proceso educativo (Pérez Gutiérrez, 2006; Pérez Carmona y Esper, 2002). Es por ello que se decidió aplicar esta experiencia didáctica, para tratar de lograr el aprendizaje del tema, en el marco del plan estudios de la carrera de Geología de la Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo de la Universidad Nacional de Tucumán. La misma se llevó a cabo del 7 al 9 de noviembre de 2022, en la ciudad de Amaicha, Tucumán.

Esta actividad extraáulica se propuso para propiciar el aprendizaje de la física. Se tuvo presente que, cuando las experiencias orientadas a reproducir o aplicar conceptos adquiridos en el aula se realizan en un ambiente natural, los alumnos logran aprendizajes significativos (García Carmona, Vázquez Alonso y Manassero Mas, 2011).

En la planificación de la asignatura Física, históricamente no se preveían prácticas en contextos naturales y en cooperación con otras asignaturas del ciclo básico. Esto era para docentes y estudiantes algo nuevo, motivador, enriquecedor y positivo.

La investigación se focalizó en el análisis de un trabajo experimental, que consistió en la medición del caudal en distintos cauces de aguas de la zona, con el propósito de desarrollar en los estudiantes un espíritu investigativo y de análisis que les permita la comprensión y concientización de la forma en que aprenden, desarrollando ellos mismos la experiencia en un contexto natural para luego analizar los datos en el aula.

Ser estudiante implica un aprendizaje y una construcción. Se recuerda que en esta práctica se trabajó con estudiantes de primer año, quienes aún no han adquirido el "oficio de estudiante" (Coulon, 1995), un oficio que no forma parte del circuito curricular formalizado, que se aprende el marco de las interacciones sociales, marco en que se enmarca este tipo de experiencias dentro de viajes de campo propios de la carrera de Geología.

Este tipo de experiencias didácticas favorece que el estudiante se ubique en su entorno y en ese sentido de pertenencia, mejora la autoestima y autovaloración. A la mayoría de los estudiantes los podemos encuadrar aún, de acuerdo a los momentos de afiliación que propone Coulon (1995), en la etapa de extrañamiento, caracterizada por la ruptura con costumbres previas, una etapa de ansiedad, miedo y desconcierto, con la posibilidad de pasar al anonimato y la incertidumbre.

Son justamente estas prácticas, donde el rol del estudiante es fundamental, las que favorecen una superación del extrañamiento al socializar en el trabajo, dándole sentido de pertenencia a un grupo en pos de un mismo objetivo.

Todo esto favorece la disminución de la deserción. Estas experiencias, donde los resultados dependen de las acciones llevadas a cabo por los mismos estudiantes, provocan un descubrimiento de las propias capacidades, y donde es importante el constante cambio de roles a la hora de la toma de las mediciones correspondientes, ayuda a superar dificultades de comprensión de los temas, y provocando un verdadero aprendizaje.

También se les facilitó previamente, a través del aula virtual del curso, materiales referidos al tema, tanto escritos como audiovisuales, e informes de alumnos de años anteriores de otras carreras, los cuales fueron discutidos antes del viaje en el foro del aula virtual.

II. OBJETIVOS

Esta investigación buscó validar el trabajo de campo como una experiencia didáctica para el desarrollo de algunas habilidades cognitivas como interpretación, argumentación, proposición y resolución, indispensables en el aprendizaje en las Ciencias Naturales. Así como descubrir el aporte que la inteligencia artificial (IA) puede dar a la realización de este tipo de experiencias.

III. MARCO TEÓRICO

Se realizó este trabajo bajo un enfoque cualitativo, recomendable para abordar fenómenos educativos en la medida que es de carácter inductivo, y permite comprender una realidad desde las percepciones de los actores inmersos en el contexto. Además, fue interpretativo porque se interesó por describir, comprender y explicar fenómenos sociales, y naturalista debido a que abordó situaciones naturales y no artificiales como las creadas en un laboratorio, examinó contextos y procesos donde se presentan problemas humanos o sociales. En cuanto al nivel de conocimiento, el abordaje fue descriptivo, dado que narró detalladamente un fenómeno de la implementación de la estrategia para la enseñanza de fluidos (Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio, 2014).

Reforzando el carácter natural del trabajo, se plantó a los estudiantes el trabajo con las TIC para fortalecerlo, porque estas nos dan la opción de repensar los modos de enseñar y aprender, las nuevas tecnologías son una alternativa para encontrar la solución, o aportar al trabajo. (Bossolasco y Chiecher, 2023)

A. Marco teórico para la realización de la experiencia

En este trabajo de campo se determinó la magnitud física caudal de un río de montaña. Se define como caudal o gasto al volumen de líquido que fluye (es decir que pasa por una sección transversal) en un determinado tiempo.

Para la práctica, se utilizó el método del flotador. Este consiste en medir la velocidad del río entre dos puntos (aforos) cuya distancia es conocida, y el área del mismo. El punto de aforo se elige teniendo en cuentas las características del caudal; para ellos se busca sectores del río con pocas irregularidades evitando el cambio brusco en el modo

en que fluye el agua por el lecho más o menos uniforme de manera que, se pueda seleccionar como magnitudes medibles la rapidez y el área transversal del cauce del río.

De esta manera, y determinando los valores de velocidad y sección transversal del lecho del río, se puede medir el volumen de agua que pasa por unidad de tiempo por una determinada sección transversal del río, denominado caudal.

¿Cómo se calcula el caudal?

Por su definición se calcula como el cociente entre el volumen y el tiempo y por lo tanto se mide en unidades de volumen sobre unidades de tiempo, como por ejemplo en metros cúbicos/segundo, litros/segundo, etc.

$$Q = \frac{V}{t}$$

Q = Caudal [m³/s]

V = Volumen [m³] t = Tiempo [s]

El volumen se puede calcular como la sección por la distancia, por lo tanto el caudal es:

$$Q = \frac{s \cdot d}{t}$$

Q = Caudal [m³/s]

s = Sección [m²] d = Distancia [m] t = Tiempo [s]

Pero la variación de la distancia sobre la variación del tiempo es la definición de velocidad. Entonces también podemos calcular al caudal como el producto de la sección por la velocidad.

$$Q = s \cdot v$$

Q = Caudal [m³/s]

s = Sección [m²] v = Velocidad [m/s]

IV. TRABAJO DE CAMPO

En la figura 1 se puede apreciar fotografías tomadas durante el desarrollo de la experiencia en la locación elegida. En el momento de realizar las mediciones pertinentes, se tomaron los siguientes recaudos:

- El ancho y largo del cauce se midió una sola vez, se tomó las precauciones necesarias para ser lo más precisos posible dentro de las dificultades propias del lugar. De todas formas se contempló esto al momento de estimar la incerteza de estas mediciones, en aproximadamente 5 cm de error en cada uso de la cinta métrica.

- El ancho se subdividió en 12 partes, para medir las profundidades en distintas posiciones, y poder modelar la sección como de forma rectangular.

- El tiempo de viaje del flotador (una pelota de tenis) se midió 10 veces consecutivas para promediar los valores.

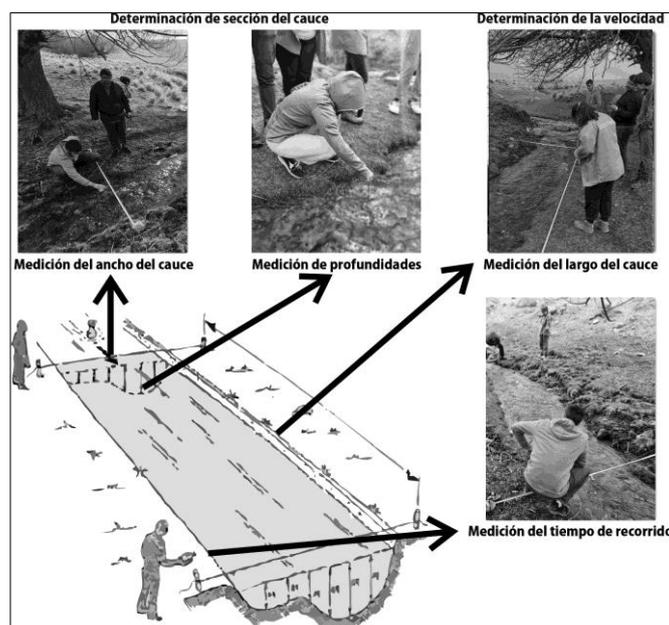


Figura 1: Trabajo de campo.

A. Instrumentos

En la siguiente tabla se comparte la información pertinente a los instrumentos que utilizaron los estudiantes en la realización de las mediciones necesarias, datos que fueron recopilados por ellos mismos.

TABLA I. Instrumentos.

Nombre	Magnitud que mide y unidades	Alcance (máximo)	Apreciación (mínimo)
Cinta métrica (ancho y largo de cauce)	Longitud [centímetros]	7 m	1 cm, pero por las irregularidades del cauce utilizaremos una estimación de 5 cm
Cronómetro (tiempo de viaje del flotador)	Tiempo [segundo]	24 horas	1×10^{-2} s, pero debido a que se acciona manualmente, el error debido a la reacción es de 1×10^{-1} s
Regla (profundidades)	Longitud [mm]	30 cm	Si bien la apreciación es de 1 mm, estimados 5 mm para compensar el movimiento del agua al medir profundidades

V. ANÁLISIS DE DATOS Y RESULTADOS

Para procesar los datos tomados en el campo, se realizó una clase especial, posterior al viaje de campaña, donde se explicaron elementos del cálculo de errores que servirían para trabajar con las mediciones tomadas, llegar al resultado final y dar el valor del caudal acotado. Por ese motivo se tomaron varios valores para poder promediarlos.

Se trabajó con conceptos como promedio de mediciones, errores o incertezas relativas, error cuadrático medio del promedio entre otros, cuyo desarrollo escapa a esta presentación.

Todo esto permitió además introducir temas que están ausentes en el currículo actual, que servirán para su futura vida profesional como geólogo, tales como manejo de instrumentos, alcance y apreciación de los mismos, además de la realización de mediciones experimentales.

Se comparten, a continuación, los datos recopilados por los estudiantes. Mediciones hechas en el río Amaicha, el día miércoles 9 de Noviembre de 2022 en las coordenadas $-26^{\circ} 44' 15''$ S $-65^{\circ} 46' 51''$ O, a 3020 metros sobre el nivel del mar, cerca del Abra del Infiernillo al oeste de la provincia de Tucumán

TABLA II. Determinación del área o sección.

Ancho del cauce:	0,81 m										
Incerteza del ancho:	0,05 m										
Ancho acotado	$(0,81 \pm 0,05)$ m										
Profundidades [m]											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,080	0,095	0,110	0,100	0,090	0,095	0,085	0,100	0,095	0,130	0,090	0,120
Profundidad promedio:	0,0991 m										
Incerteza de la profundidad(calculada con Cálculo de errores):	0,004 m (este valor es prácticamente igual al error de cada medición, por lo que conservamos el de la medición)										
Profundidad acotada	$(0,099 \pm 0,005)$ m										
Área o sección:	0,0802 m ²										
Incerteza del área:	0,009 m ²										
Área acotada	$(0,080 \pm 0,009)$ m ²										

TABLA III. Determinación de la velocidad (MRU) con método de flotador.

Distancia de recorrida:	6,33 m								
Incerteza de la distancia:	0,05 m								
Distancia acotada	$(6,33 \pm 0,05)$ m								
Tiempo de recorrida [s]									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7,60	7,49	7,10	7,26	7,23	7,16	7,41	8,01	8,24	7,65
Tiempo promedio:	7,515 s								
Incerteza del tiempo:	0,1 s								
Tiempo acotado	$(7,5 \pm 0,1)$ s								
Velocidad promedio:	0,844 m/s								
Incerteza de la velocidad:	0,02 m/s								
Velocidad acotada	$(0,84 \pm 0,02)$ m/s								

TABLA IV. Resultado final.

Caudal:	0,0672m ³ /s
Incerteza del caudal	0,01m ³ /s
Caudal acotado	(0,06 ± 0,01) m ³ /s
Error porcentual	16%

VI. APORTES DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Se usó la tecnología basada en inteligencia artificial del ChatGPT, para que los estudiantes compararan el procedimiento propuesto por los docentes con los que arroja la inteligencia artificial (IA), y verificaran si esta les daba resultados similares a los obtenidos utilizando el procedimiento tradicional.

Para ello se consultó la siguiente pregunta a la IA: ¿Cómo se puede planificar una experiencia de medición de caudal en un cauce natural utilizando el método del flotador con alumnos universitarios de primer año? ¿Podrías compartirme algunos resultados de la experiencia?

Esta es la respuesta obtenida, los pasos a seguir (Open AI, 2022).

TABLA V. Respuestas del ChatGPT

<p>1. <i>Introducción teórica: Comienza explicando a los estudiantes qué es el caudal y su importancia en la hidrología. Describe brevemente el método del flotador y cómo se utiliza para medir el caudal en un cauce.</i></p> <p>2. <i>Selección del sitio de medición: Elige un tramo de un cauce natural adecuado para realizar la medición. Debe ser seguro y accesible para los estudiantes. Asegúrate de obtener los permisos necesarios si el lugar está protegido o pertenece a alguna entidad.</i></p> <p>3. <i>Equipamiento necesario: Prepara el equipamiento necesario para la medición. Esto puede incluir un flotador (como una pelota de pimpón o un corcho), una cuerda marcada en intervalos conocidos, una cinta métrica, una brújula, una libreta y lápices para registrar los datos.</i></p> <p>4. <i>Procedimiento de medición: Explica detalladamente el procedimiento que los estudiantes deben seguir para medir el caudal. Esto puede incluir los siguientes pasos:</i></p> <p style="padding-left: 20px;">a. <i>Colocación del flotador: Elige un punto en el cauce donde el agua fluya de manera uniforme. Lanza el flotador al agua y déjalo moverse libremente sin interferencias.</i></p> <p style="padding-left: 20px;">b. <i>Medición del tiempo: Observa el movimiento del flotador y registra el tiempo que tarda en recorrer una distancia conocida en el cauce (por ejemplo, entre dos marcas en la cuerda).</i></p> <p style="padding-left: 20px;">c. <i>Repetición de mediciones: Realiza varias mediciones en diferentes puntos del cauce para obtener una muestra representativa del caudal. Anota los resultados de cada medición.</i></p> <p>5. <i>caudal utilizando la fórmula $Q = A * V$, donde Q es el caudal, A es el área transversal del cauce y V es la velocidad promedio del flujo.</i></p> <p>6. <i>Análisis de resultados: Ayuda a los estudiantes a analizar los datos recopilados y a discutir las posibles fuentes de error. Fomenta la participación activa y la reflexión sobre los resultados obtenidos.</i></p> <p>7. <i>Conclusiones y presentación: Anima a los estudiantes a sacar conclusiones sobre la importancia de medir el caudal y cómo esta experiencia se relaciona con los conceptos teóricos previamente aprendidos. También pueden preparar una presentación o informe para compartir los resultados con el resto del grupo.</i></p> <p><i>Recuerda que es importante garantizar la seguridad de los estudiantes durante la experiencia, supervisar su trabajo de cerca y proporcionarles el apoyo necesario en todo momento.</i></p>

Respecto a la pregunta sobre resultados de la experiencia, esta es la respuesta obtenida:

Es importante tener en cuenta que los resultados de esta experiencia variarán dependiendo de las características específicas del cauce utilizado y las condiciones ambientales. Los valores obtenidos en la medición del caudal pueden ser utilizados para comparar con mediciones futuras, investigaciones adicionales o para su análisis en función de las características del cauce y su entorno.

Se observa que la IA les presenta una especie de receta, pero no los orienta con resultados, que solo se pueden obtener cuando se realiza efectivamente la experiencia didáctica en el entorno natural. Por lo tanto es evidente que los resultados de los alumnos no pueden ser suplidos por una IA.

Se analizaron los resultados que fueron presentados por cada grupo, para ser evaluados por los docentes. Luego, se realizó una plenaria sobre los resultados y sus respectivos análisis obtenidos por los diferentes grupos. Para finalizar, se llevó a cabo la autoevaluación acerca de la experiencia en el campo.

VI. CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

Si bien los resultados obtenidos muestran un gran error porcentual, al ser esta una primera experiencia de práctica en viaje de campo, sirve como puntapié inicial para próximas experiencias, mostrando en donde mejorar las mediciones, como ajustar el perfil de la sección del cauce, mejorar la precisión en la toma de los datos sobre todo de distancias.

Se observó durante la experiencia y las producciones de los alumnos el logro de habilidades para el pensamiento crítico y reflexivo, que abarcan todo el progreso personal integral, con un gran espíritu colaborativo, despertando el interés por la realización de la práctica.

Estas actividades experimentales (salida de campo) no se realizaron con anterioridad. Sin embargo, los estudiantes lograron incorporar un desarrollo personal, en el cual se interrelacionaron de muchas maneras conocimientos, actitudes, habilidades, destrezas, valores y condiciones del contexto social, sobre todo ya que en la toma de datos colaboraron estudiantes de las carreras de Geología y Arqueología, estos últimos sin formación previa en el materia Física, lo que enriqueció el trabajo desde un deseo de conocer y entender los conceptos involucrados.

Los estudiantes se comprometieron más en su aprendizaje, al tener la oportunidad de profundizar en situaciones o problemas complejos y desafiantes y que se relacionan con la vida real. Se espera poder continuar por este camino y mejorar la experiencia, ampliándola.

La implementación de esta experiencia didáctica permitió cambios significativos en las formas en que los estudiantes: planifican sus actividades; razonan una situación concreta; resuelven los inconvenientes que se presentan durante el desarrollo de la experiencia y usan los modelos teóricos, en las prácticas experimentales.

Los estudiantes comprobaron que si bien la IA es de gran ayuda en determinados temas, en trabajo de campo los puede orientar, pero deben trabajar en equipo para hacer las mediciones y realizar las conclusiones de acuerdo a los resultados obtenidos in situ.

REFERENCIAS

Bossolasco, M. L. y Chiecher, A. (2023). Aportes de la Tecnología para la enseñanza en grupos numerosos. Curso 4. Clase 1. Diplomatura de Posgrado Prácticas de la enseñanza en la Educación Superior. U.N.T.

Coulon, A. (1995) *Etnometodología y Educación*. Barcelona: Paidós.

García Carmona, A., Vázquez Alonso, A. y Manassero Mas, M.A. (2011). Estado actual y perspectivas de la enseñanza de la naturaleza de la ciencia: una revisión de las creencias y obstáculos del profesorado. *Enseñanza de la Ciencias*, 29(3), 403-412.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la Investigación*. México, McGraw Hill Education.

IA abierta. (2022). ChatGPT (versión del 30 de noviembre de 2022) [Modelo de lenguaje grande]. <https://chat.openai.com/chat>

Pérez Gutiérrez, C.A. (2006). Aprendiendo los fundamentos de la mecánica de fluidos con situaciones problema en un aula-taller experimental. *Revista Educación, Comunicación y Tecnología*.1(1).

Pérez Carmona, M. C. y Esper, L. B. (2002). Análisis de los Resultados de un Modelo Integrador entre Matemática, Física y Geología. *VI Simposio de Investigadores en Educación en Física*, Corrientes, Argentina.