

EVALUACIÓN INCLUSIVA EN ESTUDIANTES DE INGENIERÍA HIDRÁULICA

INCLUSIVE ASSESSMENT IN HYDRAULIC ENGINEERING STUDENTS

Martín MUNDO MOLINA¹ y Grelidis SANTIAGO GÓMEZ²

¹Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH). México

ic_ingenieros@yahoo.com.mx

 <https://orcid.org/0000-0002-2124-2194>

²Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH). México

grelidissantiago@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0001-6745-4224>

RESUMEN: Introducción: En el primer ciclo escolar del año 2023 en la Facultad de Ingeniería (FI) de la Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH), se diseñó una práctica de campo (medir el flujo de un río) con el fin de analizar y valorar a los estudiantes, desde dos perspectivas: de género y docencia, la praxis fuera del aula (regulación del tesón, validación de hipótesis, superación de las dificultades, análisis de resultados y cumplimiento de los objetivos de las Unidades de Competencia –UC–). **Método:** A partir de elementos que expresen no solo los aspectos académicos, sino también las implicaciones que tiene ser hombre y mujer en la formación del ingeniero civil (IC). En la práctica participaron 123 estudiantes, 96 hombres y 30 mujeres, prorratados en cuatro UC (hidráulica, mecánica de fluidos, hidrología y obras hidráulicas). Se capacitó a los estudiantes en el aula y se revisó de forma exhaustiva un video en casa. Se contó con el apoyo invaluable de una experta en temas de educación y género, quien además realizó una encuesta exprofeso. **Resultados:** Con base en las respuestas de una sola pregunta: *qué significó para ti (hombre/mujer) realizar la práctica de campo*, se concluye de forma preliminar que: *A. Experiencia teoría-práctica:* i) La praxis fortaleció la discusión analítica en el salón de clase (matemática), ii) Las mujeres pueden desempeñar trabajos que eran tradicionalmente para hombres. *B. Experiencia emotiva y reconocimiento al sujeto que aprende:* i) Las mujeres se sintieron incluidas, con confianza, capacidad y valentía de *ser mujer*. **Conclusión:** Desde la docencia, es indispensable valorar otras formas de evaluación en la FI, ejecutar experiencias en el laboratorio, pero fundamentalmente ejecutar las prácticas de campo.

PALABRAS CLAVE: evaluación inclusiva; perspectiva de género; ingeniería hidráulica.

ABSTRACT: Introduction: During the initial academic term of 2023 at the Faculty of Engineering at the Autonomous University of Chiapas (UNACH, by its acronym in Spanish), we organized a field practice to measure river flow. The objective was to critically assess the application of theoretical knowledge outside the classroom, examining it through the lenses of gender and teaching. This involved regulating effort, validating hypotheses, overcoming challenges, and achieving the objectives of the hydraulic engineering course. **Method:** The emphasis extended beyond academic considerations, delving into the implications of gender in shaping the education of civil engineers. A total of 123 students participated, comprising 96 males and 30 females, distributed across four competency units: hydraulic engineering, fluid mechanics, hydrology, and hydraulic structures. Students received training in the classroom and through meticulous, repeated review of a video at home. The pivotal contribution of an education expert, who conducted a purposeful survey, significantly enriched the study. **Results:** Drawing conclusions from responses to a single question, *What did participating in the field practice mean to you (as a man/woman)?*, the following insights were gained: *A. Theoretical-Practical Experience:* a) The practical application bolstered analytical (mathematical) discussions, b) Women showcased the ability to perform tasks society traditionally associates with men. *B. Emotional Experience and Recognition of the Learning Subject:* a) Women felt included, exuding confidence, ability, and the courage to *be a woman*. **Conclusion:** From the Teaching Perspective it is imperative to appreciate alternative forms of assessment, conduct laboratory experiments, and, crucially, implement field practices.

KEYWORDS: inclusive assessment; gender perspective; hydraulic engineer.

1. INTRODUCCIÓN

En la FI de la UNACH se imparte la carrera de IC, cuya misión es formar ingenieros civiles con conciencia social y ambiental, competentes para impulsar el desarrollo sustentable de la sociedad a través de la gestión de la infraestructura civil. Mientras que el objetivo es que los egresados tengan la capacidad para establecerse como profesionales cualificados en la práctica de la IC en las siguientes subdisciplinas: construcción, estructuras, hidráulica, geotecnia, vías de comunicación u otras áreas afines (FI, 2024).

Así, en el ciclo enero-junio de 2023 se matricularon 1691 estudiantes, de los cuales 1338 eran hombres y 353 mujeres, distribuidos en dos turnos, matutino y vespertino. Los estudiantes cursan la carrera en 10 semestres. Las UC más relevantes que los preparan para dirigir y construir obras civiles (y en muy pocos casos formarse en la investigación) son las siguientes: Matemáticas, Física, Topografía, Geología, Tecnología del concreto, Estructuras isostáticas, Maquinaria y construcción, Diseño geométrico de carreteras, Diseño de puentes, Comportamiento de suelos, Mecánica de materiales, Mecánica de fluidos, Hidrología, Hidráulica, Selección y operación de bombas y turbinas, Procedimientos constructivos, Presupuesto de obra, Diseño de elementos de concreto, Diseño de cimentaciones, Alcantarillado, Diseño y construcción de estructuras de mampostería, Diseño de elementos de acero, Ingeniería sísmica, Sistemas de abastecimiento de agua, Obras hidráulicas. En todas estas UC desde hace más de 50 años se aplican exámenes tradicionales (ET). Debe entenderse que un ET es una prueba

escrita que duran en promedio una hora, hora y media o hasta dos, con preguntas (cinco o diez) que incluyen conceptos teóricos y resolución de problemas. En algunos casos, el profesor de la UC puede efectuar un examen en el aula, asignando cinco problemas (incluso dos) asociados a cuestiones prácticas. Durante el semestre, de acuerdo al artículo 37 del *Reglamento académico para los alumnos, aprobado por el H. Consejo Universitario el 25 de octubre de 1975* (UNACH, 2024), el aprovechamiento de los estudiantes se debe evaluar por alguno de los siguientes medios: a) Evaluación diagnóstica (ED) inicial, evaluación formativa durante el curso, más una evaluación final (en las entrevistas realizadas a profesores de la FI, la ED nadie las ejecuta); b) Evaluaciones que comprendan parcialmente el programa de la UC, en forma seriada, c) Evaluación que comprenda todo el programa de la UC. Así, el profesor puede aplicar uno, dos o tres exámenes parciales. Por otra parte, este prepara los exámenes de forma individual, esto significa que, en las UC de CA, estas tienen solo la perspectiva técnica del catedrático. Es decir, no existen exámenes departamentales. Eso genera un conocimiento desglosado, desvinculado y singular en los estudiantes en la misma unidad de competencia, cuya evaluación final se establece de acuerdo a la ecuación 1, donde la mínima calificación aprobatoria es de 6 en la escala de cero al diez:

$$C_f = \sum_{i=1}^n \frac{C_p}{n} C_f = \sum_{i=1}^n \frac{C_p}{n} \quad (1)$$

En la ecuación (1) n es el número de evaluaciones, C_f es la calificación final y C_p es la calificación parcial. Así, el reglamento 37 no indica el tipo de evaluación que el profesor debe aplicar, no obstante, la EF se centra en el profesor y su clase magistral. En general, en la evaluación por ET, el catedrático formula el examen y lo aplica en el salón de clases, luego lo evalúa (sin la mediación académica posterior de los estudiantes) y emite la calificación. Así, el 90 o 95 % de los estudiantes asiente esta forma de evaluar (solo algunos interpelan la calificación, pero no con el afán de aprender, sino para obtener la calificación mínima). Posteriormente se asienta la calificación parcial. Luego se emplea la ecuación 1 para establecer la valoración final en un acta académica.

Sin embargo, en el año 2016 se estableció un nuevo plan de estudios, aún vigente, sobre la *Evaluación por competencias* (que en la FI significa evaluar de manera formativa, incluyendo instrumentos de evaluación que denoten el aprendizaje de los estudiantes, como proyectos o tareas integradoras). Es decir, el profesor diseña una actividad de IC que el estudiante debe desarrollar en un cierto periodo de tiempo. Una vez que el estudiante entrega el proyecto, el profesor lo evalúa a través de algunas técnicas docentes (portafolios, rúbricas, listas de cotejo) y luego establece una calificación. La más usada por algunos profesores es el *portafolios*, en muchos casos heteróclita y abigarrada para los contenidos de las UC. Con este método el profesor debería señalar los errores cometidos por el estudiante, en un diálogo académico abierto, donde el estudiante interviene para revalorar sus conocimientos, que le permitan en una próxima ocasión reflexionar, corregir y aprehender las actividades, conceptos teóricos, conocimientos prácticos necesarios en torno a la praxis de la IC, basado en el programa de estudios de la UC. Esto es muy difícil de realizar (casi imposible), porque el método siempre se desliza hacia la

ET, por las siguientes razones: i. En general el estudiante no tiene la capacidad para discutir los conocimientos en cuestión, por su improcedente preparación académica y sus falencias, por ejemplo, un adecuado lenguaje técnico; ii. No tiene la costumbre de estudiar, lo cual invalida la comunicación normativa; iii. Carece de tiempo para repasar los conceptos teóricos (muchos estudiantes trabajan y en general procrastinan su lapso de estudio); iv. Por su actitud laxa (le interesa más no suspender –no reprobar– que aprender); v. Se casca el diálogo cuando evade la controversia académica; vi. En general, el estudiante se inclina por el estatus de oyente (escucha, no pregunta, no interviene en la clase); vii. Comúnmente, los estudiantes tienen abulia académica; viii. Es casi imposible aplicar esta técnica en la FI, porque los grupos son numerosos (un profesor puede atender a más de 40 estudiantes); ix. El trabajo de un profesor universitario (PU) es extralimitado, buena parte de lo que refieren González *et al.* (2024) para educación básica en México ocurre en la FI de la UNACH, por esa razón es más fácil para el PU aplicar el ET. El PU de la FI dedica su tiempo académico a las siguientes actividades: impartir clases (20 horas-pizarrón durante una semana, lo cual es desmesurado), además: realiza investigación, imparte asesorías, ejecuta tutorías, atiende abundante trabajo administrativo (reuniones oficiales, reuniones informales, elaboración de informes, representaciones institucionales, en algunos casos demandas contencioso-administrativas).

2. METODOLOGÍA

Bajo estos precedentes, desde el 2004 al 2014 el que suscribe, como *primus auctor*, evaluaba a los estudiantes de IC de la FI de la UNACH en las UC asociadas a las ciencias del agua (CA), de forma tradicional, es decir, tres exámenes durante la duración del semestre, con cinco o diez preguntas que incluían conceptos teóricos y resolución de problemas. Muchas veces el examen consistía en resolver únicamente problemas asociados a la práctica de la IC en temas hidráulicos, hidrológicos, mecánica de fluidos y obras hidráulicas. No obstante, desde el 2014 al 2022 uno de los autores evaluó a los estudiantes con ET y proyectos de laboratorio, modelos hidráulicos y prácticas de campo. Sin embargo, en el primer ciclo escolar del año 2023 se incluyó un *examen distinto*, que se fundamentó en la evaluación de los estudiantes de CA en una práctica de campo: *medir el flujo de un río*, con el fin de analizar y valorar, desde una perspectiva docente y de género, la praxis fuera del aula (regulación del tesón, validación de hipótesis, superación de las dificultades y cumplimiento de los objetivos de la UC) a partir de elementos que expresen no solo los aspectos académicos, sino también las implicaciones que tiene ser hombre y mujer en la formación del IC. En la práctica participaron 123 estudiantes, 96 hombres (76 %) y 30 mujeres (24 %) con una edad promedio de 24 años, distribuidos de forma aleatoria en cuatro UC (hidráulica, mecánica de fluidos, hidrología y obras hidráulicas). Se capacitó a los estudiantes de dos maneras: 1. En el aula, con las ecuaciones matemáticas y la forma de ejecutar la praxis en campo, y 2. En casa, a través de un video apostá, con la metodología de la práctica. Para realizar este estudio se contó con el apoyo invaluable de una experta en temas de educación y perspectivas de género, quien además participó y diseñó todo

el proceso. Se realizó una encuesta exprofeso (desde la perspectiva de género) para analizar los resultados de la práctica.

Así, en aras de alcanzar el objetivo antes enunciado se diseñó el experimento *medición del caudal del río Suchiapa*, conjuntando dos campos (considerados antaño, desde la IC, como anti-téticos): i. Ciencias humanas (métodos docentes y estudios de género) y ii. Ciencias del agua (aspectos hidráulicos para la medición de caudales en canales naturales –ríos–).

i. *Ciencias humanas (métodos docentes y estudios de género)*. En la parte docente se incluyó una forma distinta de evaluación, es decir, no solo se sopesó la habilidad del estudiante para resolver problemas analíticos (basado en las ciencias físico-matemáticas), sino además se validó la competencia del estudiante para resolver problemas de campo. Esta consideración ya era tomada en cuenta por uno de los autores en su práctica docente, sin embargo, ahora se incluyó una valoración sustancial en el desempeño del estudiante, con el fin de evaluar la regulación del tesón, la validación de hipótesis, la superación de las dificultades y el cumplimiento de los objetivos de la UC de CA, en una escala de calificación entre el 30 % y el 50 % de la calificación o nota final. En estudios de género, por primera vez, se separó a los hombres de las mujeres para realizar la práctica en campo. Las 30 mujeres se dividieron en seis equipos. Este desafío fue fundamental, porque dentro de las labores de medición se ejecutaron actividades que tradicionalmente son labores realizadas por hombres, por ejemplo: asir el machete y cortar varias ramas secas de alta dureza y resistencia para fabricar polines; clavar los polines en el suelo hasta una profundidad de 0.50 m; ensogar los polines, uno en cada ribera del río (colocados de forma transversal al flujo de la corriente), para ser utilizados como sistema de referencia; halar con fuerza la sogá entre los polines para dejarla paralela a la superficie del agua; inmergirse en el agua y bregar contra la fuerza de la corriente (algunas veces el nivel puede alcanzar el tórax); medir el caudal del río bajo esas condiciones. Para evaluar el tesón, las motivaciones y las dificultades de los estudiantes, así como la nueva experiencia, la experta en temas de género realizó una encuesta con varias preguntas que fueron contestadas por hombres y mujeres.

ii. *Ciencias del agua (aspectos hidráulicos para la medición de caudales en canales naturales)*. La metodología se resume a continuación. La ecuación fundamental para medir el flujo del río es la de *continuidad* (Sotelo, 2002; Ven Te Chow, 2004; Gardea, 1999):

$$Q = vAQ = vA_{(2)}$$

Donde Q es el caudal del río (m^3/s), v es la velocidad del flujo (m/s) y A es el área hidráulica del río. De esta ecuación se colige (Julien, 2002):

$$Q = \frac{A}{n} R_h^{\frac{2}{3}} S_o Q = \frac{A}{n} R_h^{\frac{2}{3}} S_o_{(3)}$$

Donde, n es el número de Manning, R_h es el radio hidráulico del río y S_o es la pendiente del cauce. Una vez que el estudiante concibió y comprendió la ecuación 3 en el salón de clase, se les explicó de forma pormenorizada la forma de aplicar dicha fórmula en el río. Se

les describió el modo de obtener n , A , R_h y S_o para obtener Q y la manera de utilizar los materiales para obtener el valor de cada variable. Después de una práctica que dura entre 6 y 8 horas, los estudiantes elaboraron un informe técnico para discutir el trabajo. Finalmente, vale la pena enunciar que en ambas ramas (humanas e hidráulicas) se utilizaron varios materiales, entre los más relevantes: Excell, Google forms, programas de cómputo para estimar Q , video didáctico y AutoCad.

3. RESULTADOS

En cuanto al tema de docencia: se reformó el modo ordinario de valuar aspectos que no necesariamente *se acechan* en un ET. Adjudicar una puntuación más alta (del 0 % hasta el 30 o 50 % de calificación en escala de 1 al 10) para valorar el aprendizaje de los estudiantes, debe convenirse en la FI de la UNACH, con el fin de conseguir mejores resultados académicos. Sin embargo, este tema es enrevesado ante la simulación docente (UNACH, 2020) y la falta de interés en aspectos de enseñanza e investigación. Por otra parte, en lo que respecta al tema de perspectivas de género, fuera de ceñir el desempeño de las mujeres y de blasonar razonamientos ideológicos inanes, la FI de la UNACH debe emular el ejemplo de la FI de la Universidad Nacional Autónoma de México, es decir: instituir la UC de *Igualdad de género en ingeniería* desde el primer semestre de la carrera. Finalmente, este documento se acota en que, al realizar esta práctica, se le dio el valor merecido a la mujer: libertad, aprecio a su fuerza física y emotiva, justipreciar su capacidad para desempeñar cualquier actividad. Así, la práctica cumplió su cometido. Independientemente de los resultados en cuanto a la evaluación numérica (calificación o nota) de los estudiantes, se deduce que los conocimientos académicos y la experiencia obtenida con esta práctica «en un río a la luz de la naturaleza y del agua que siempre se mueve» (Heráclito, 2010), será un conocimiento indeleble para los 123 estudiantes y 5 profesores que contribuyeron a realizarla.

4. CONCLUSIONES

Se diseñó una práctica de campo con buenos argumentos académicos. Se contó con el apoyo invaluable de una experta en el tema de perspectivas de género y docencia, que elaboró una encuesta ad hoc y diseñó buena parte del proceso, para luego bregar «in flumine quod est nunquam quiescit». Así, con base en la respuesta de una sola pregunta, *qué significó para ti (hombre/mujer) realizar la práctica de campo mediciones hidráulicas y estimación del caudal del río Suchiapa*, se concluye de forma preliminar que: A. *Experiencia teoría-práctica*: a) La praxis fortaleció la discusión analítica (matemática) de la clase, la cual se comprende mejor; b) Preparó a los estudiantes para la cotidianidad en el campo laboral; c) Las mujeres pueden desempeñar trabajos que eran designados a hombres. B. *Experiencia emotiva y reconocimiento al sujeto que aprende*: a). Desde la perspectiva de género, los estudiantes ensayaron lozanamente que ellos

se pueden construir socialmente (producción cultural); b) Las mujeres se sintieron incluidas, con confianza y valentía de *ser mujer*. C. *Desde la docencia*: a) Son relevantes las experiencias en el laboratorio, pero son fundamentales las prácticas de campo; b) Es necesario experimentar otras formas para valorar el aprendizaje en IC, una combinación de conocimientos (conceptos teóricos y demostración analítica) más experiencias en laboratorio y campo. Así, los estudios de género, como se ha expresado en este documento, son fundacionales en la FI de la UNACH.

REFERENCIAS

- Chow, V. T. (2004). *Hidráulica de canales abiertos*. Ed. Mc Graw-Hill.
- FI. (2024). *Facultad de Ingeniería. Universidad Autónoma de Chiapas*. Recuperado el 26 de enero de 2024 de: <https://ingenieria.unach.mx/index.php/acerca-de#mision-y-vision-de-la-licenciatura-en-ingenieria-civil>
- Gardea, V. H. (1999). *Hidráulica de canales*. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional Autónoma de México.
- González, V. R., Rivera, F. L. y Guerra, M. M. (2024). *La super-explotación del trabajo docente*. Ed. Fray Bartolomé de las Casas.
- Heráclito. (2010). *Heraclitus. The cosmic fragments. A critical study*. Cambridge University Press.
- Julien, P. Y. (2022). *Essentials of hydraulics*. Colorado State University.
- Sotelo, A. G. (2002). *Hidráulica de canales*. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Universidad Autónoma de Chiapas. (2020). *Link UNACH. # Orgullo UNACH*. Entrevista. Recuperado el 26 de enero de 2024 de: https://www.youtube.com/watch?v=hx_A2bhd9IA
- Universidad Autónoma de Chiapas. (2024). *Universidad Autónoma de Chiapas*. Recuperado el 26 de enero de 2024 de: <https://ingenieria.unach.mx/index.php/acerca-de#mision-y-vision-de-la-licenciatura-en-ingenieria-civil>

