



XVI
Congreso Nacional de
Investigación Educativa
CNIE-2021

Enseñanza de la metodología de la investigación científica y la estadística a través de proyectos de ciencia ciudadana en la Licenciatura en Ciencia Forense de la UNAM

Luis Jiro Suzuri Hernández

Licenciatura en Ciencia Forense, Facultad de Medicina, UNAM
jiro.suzuri@cienciaforense.facmed.unam.mx

Guillermo Romo Guadarrama

Licenciatura en Ciencia Forense, Facultad de Medicina, UNAM
gromog@cienciaforense.facmed.unam.mx

Fernanda López Escobedo

Licenciatura en Ciencia Forense, Facultad de Medicina, UNAM
flopeze@unam.mx

Área temática 06. Educación en campos disciplinares.

Línea temática: Desarrollo curricular -diseño de secuencias didácticas-, innovación educativa y, diseño y evaluación de materiales educativos.

Tipo de ponencia: Intervenciones educativas sustentadas en investigación



Resumen

Este proyecto de educación para la investigación integra las asignaturas de Metodología de la Investigación Científica y Estadística Forense que se imparten en la Licenciatura en Ciencia Forense de la UNAM. Consiste en una estrategia de enseñanza-aprendizaje que, apegándose al Aprendizaje Basado en Proyectos, induce al estudiantado a co-construir su conocimiento sobre ambas asignaturas; a desarrollar habilidades y hábitos necesarios para un investigador, y a internalizar valores que justifican la validez y la ética de una investigación. La intervención se enmarca en el movimiento de la ciencia ciudadana por sustentarse en el interés por responder preguntas genuinas, de manera que las respuestas constituyan una aportación significativa al campo forense. La estrategia inicia con la selección, por parte de un grupo de estudiantes, de un tema que despierte su interés. La planta docente se encarga de brindar asesoría durante las diferentes etapas de la investigación y, simultáneamente, impartir el contenido de las asignaturas. Resultados preliminares sugieren que la estrategia es viable, pero implica un reto considerable para las y los estudiantes en lo que respecta a la organización del tiempo y la gestión del trabajo en equipo. Para las y los docentes, los retos estriban en mantener una comunicación constante entre sí, acotar la investigación al periodo de un semestre y adaptarse a los intereses estudiantiles y a las eventualidades. No obstante, la motivación que inspira, la oportunidad de contribuir al conocimiento y la experiencia de poner en práctica lo aprendido en clase a un problema real compensan estos desafíos.

Palabras clave: *Aprendizaje basado en proyectos, ciencias forenses, educación para la investigación, estadística, metodología de la investigación.*

Introducción

En el 2013, la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México inauguró la Licenciatura en Ciencia Forense (LCF), el primer programa de estudios superiores en el país dedicado a ese campo interdisciplinario del conocimiento. El Plan de Estudios de la LCF perfila a profesionales capaces de planear y coordinar la investigación científica de actos presuntamente delictivos, así como de contribuir a la generación de conocimiento, ya sea con fines de inteligencia, de innovación tecnológica o de explicación de fenómenos de relevancia forense. Acorde con estas metas, el modelo pedagógico que orienta la enseñanza privilegia el desarrollo de competencias por encima de la transmisión de información o su aplicación a problemas con soluciones preestablecidas (Facultad de Medicina, 2013). En vista de la urgente necesidad de más y mejor investigación forense —tanto básica como aplicada— y de la creciente complejidad del delito, quienes egresen de la LCF deben contar con una sólida formación tanto en metodología de la investigación como en estadística, formación que les permita enfrentar situaciones inesperadas y cambiantes. La novedad y versatilidad de este perfil implican un enorme reto para las y los docentes encargados de trasladarlo del papel a las aulas, cuanto más porque una didáctica forense que sirva de guía para formar a futuras científicas y científicos forenses está comenzando apenas a gestarse (Williams, Cassella y Maskell, 2017).

En el 2016 concluyó en nuestro país la transición de un sistema de justicia penal de tipo inquisitorio, con sus orígenes en la Colonia, a uno de tipo penal (Gómez González, 2016) en el que se destaca el valor de la prueba científica como pieza clave para reconstruir hechos constitutivos de delito (Romero Guerra, 2008). Esta revalorización de la prueba científica implica —por un lado— que los métodos con los cuales se obtienen y analizan los indicios deben cumplir con estándares científicos y —por el otro— que personal altamente capacitado debe vigilar que se cumplan estos estándares. Parte de la solución a la crisis de delincuencia e impunidad por la que atraviesa el país supone fortalecer la capacidad para sustentar la impartición de justicia en estrictos criterios científicos.

Formar profesionales capaces de conducir la investigación científica de fenómenos particulares, como serían los delitos, o generales, como la delincuencia, plantea un desafío inusual: tradicionalmente, la formación de personal científico altamente calificado requiere de acreditar estudios de posgrado. Pero las y los científicos forenses disponen solo del periodo de la licenciatura para formarse como investigadores competentes que actuarán en un contexto —el sistema de justicia— donde el conocimiento que generen puede tener consecuencias muy graves para el patrimonio o la vida. De ahí la necesidad de optimizar su formación para aproximarlos lo más posible al nivel de competencia de investigadores con estudios de posgrado. Asimismo, la mayoría de las y los egresados de la LCF optan por titularse a través de alguna alternativa distinta a la elaboración de una tesis, lo que les deja sin la oportunidad de realizar una investigación original asesorados por tutores con experiencia en investigación. Con este proyecto, buscamos que las y los estudiantes dispongan de una experiencia sucedánea a la indagación que se requiere para una tesis de grado.

Las y los estudiantes de la LCF cursan un eje metodológico —que inicia con las asignaturas de Metodología de la Investigación Científica y Estadística Forense en el segundo semestre— cuya intención es brindarles, por un lado, los fundamentos metodológicos y las herramientas analíticas para planear, ejecutar y evaluar una investigación y, por el otro, un marco común para estructurar el conocimiento y los métodos de subdisciplinas de la física, la química, la biología, la medicina y la psicología. Si bien el Plan de Estudios no establece una relación explícita entre ambas asignaturas, lo ideal es que se impartan de manera coordinada, ya que ambas son integrales para realizar una investigación. Propiciar la integración transversal —i.e., entre materias del mismo semestre— requiere del trabajo colegiado entre docentes para que las asignaturas compartan problemas o preguntas cuya respuesta requiera de aportes de cada (Rojas Serey y Hawes Barrios, 2012). Esto es deseable porque, además de reflejar cómo ocurre la investigación en la realidad, sienta una base sobre la cual construir el perfil interdisciplinario de las y los científicos forenses.

El presente proyecto de intervención educativa es un ejemplo de formación para la investigación a través de la investigación. En esencia, consiste en una estrategia de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) en la que la población estudiantil —al intentar dar respuesta a una pregunta de investigación genuina— co-construye su conocimiento sobre la metodología de la investigación y la estadística; desarrolla habilidades, hábitos y actitudes necesarios para ser investigadores, e internaliza los valores que justifican la validez metodológica y ética de una investigación (Moreno Bayardo, 2005). Además de esto, el proyecto tiene la intención de que los hallazgos constituyan una aportación original al campo forense, inscribiéndose así en la ciencia ciudadana, un movimiento donde personas sin formación científica y/o técnica participan en una o varias etapas de una investigación (Cavalier, Hoffman y Cooper, 2020). La estrategia de enseñanza-aprendizaje inicia ofreciéndoles a las y los estudiantes temas de relevancia forense que sean del interés de jóvenes universitarios para que —previa discusión— elijan uno de ellos. A lo largo de un semestre, las y los docentes participantes asesoran a los estudiantes sobre cómo documentar el marco teórico; plantear preguntas de investigación; diseñar una metodología para responderlas; recopilar y analizar datos, y divulgar la experiencia y los hallazgos preliminares. Para implementar esta propuesta, quienes participamos trabajamos de manera colegiada para integrar la enseñanza de las asignaturas de Metodología de la Investigación Científica y Estadística Forense, a fin de poder responder puntualmente a las necesidades de formación de las y los estudiantes durante su investigación. Para enriquecer aún más la experiencia formativa, el esfuerzo que se invierte en la formación del estudiantado en este proyecto —y los recursos que se destinan a ello— no solo les redituará a ellas y ellos, sino que contribuirá a la generación de conocimiento forense.

Esperamos que la elección de un tema de interés forense y la oportunidad para que sean las y los estudiantes quienes propongan las preguntas de investigación y la metodología para contestarlas les motive a aprender activa y significativamente. En este sentido, la posibilidad de hacer una contribución modesta pero original al conocimiento forense puede representar un aliciente para que cuiden la calidad de su trabajo en las diferentes etapas de la investigación, desde el planteamiento de las preguntas hasta la comunicación de los resultados.

Para averiguar si se cumplen estas hipótesis, se evaluará la experiencia previa de investigación de las y los estudiantes; el nivel de su razonamiento científico antes y después del periodo de la intervención, y la calidad de su trabajo o desempeño a lo largo del proceso.

Desarrollo

Este proyecto es producto del trabajo colegiado de docentes que imparten las asignaturas de Metodología de la Investigación Científica y Estadística Forense en la LCF —con los importantes beneficios educativos que este tipo de colaboración conlleva (Shah, 2012)—, quienes contribuyeron al diseño y puesta en marcha de una estrategia de enseñanza-aprendizaje por indagación que busca desarrollar las habilidades investigativas de las y los estudiantes, integrando el contenido y las actividades de dichas asignaturas. En concreto, la estrategia es un ejemplo de ABP, modelo de aprendizaje activo en la que se adquiere conocimiento y se desarrollan habilidades al intentar dar respuesta —a través de una investigación con una duración extensa— a una pregunta, problema o desafío auténtico, interesante y complejo. Las y los estudiantes participan activamente en el diseño, planeación y ejecución de la investigación, concluyendo con la divulgación de sus resultados a través de algún producto (Larmer, Mergendoller y Boss, 2015). Por su parte, el aprendizaje por indagación es una estrategia que, en esencia, promueve la adquisición de conocimiento, el adiestramiento de habilidades y el desarrollo de actitudes a través de la investigación más o menos independiente de preguntas, problemas o asuntos para los que no existe una única respuesta (Lee, 2012). Como tal, el aprendizaje por indagación es congruente con los principios del aprendizaje significativo (Fink, 2003) que se caracteriza por ofrecer experiencias atractivas, estimulantes, que propicien un cambio notable y duradero y sean valiosas más allá del aula. Un obstáculo para la puesta en práctica del aprendizaje por indagación radica en que, por la naturaleza abierta de una investigación, carece de un conjunto preestablecido de actividades que realizar en el aula (Lee, 2012), carencia que el ABP suple al contextualizar la indagación en la realización de un proyecto que requiera de una investigación prolongada y auténtica, brinde a las y los estudiantes la posibilidad de tomar decisiones que determinen la dirección del proyecto, implique a docentes y estudiantes en una reflexión continua sobre el proceso y su calidad, y concluya con un producto accesible al público que dé cuenta de la investigación y sus hallazgos (Larmer, Mergendoller y Boss, 2015).

Al ser un modelo afín al aprendizaje por indagación, el ABP proporciona una estructura y una serie de estándares para las actividades que llevan a cabo las y los estudiantes, con las cuales se cumplirá el objetivo central que comparten las asignaturas mencionadas: aplicar la metodología de la investigación científica a una investigación forense que requiera del uso de métodos de análisis de datos, en particular estadísticos, para interpretar y explicar los resultados. A través de este objetivo, las y los estudiantes desarrollarán la competencia para actuar con bases científicas y pensar críticamente (Facultad de Medicina, 2013). La integración de las

actividades permitirá además abarcar buena parte de los contenidos de las asignaturas involucradas y cumplir con sus objetivos específicos, tales como conocer los conceptos básicos de la metodología; identificar y aplicar las principales técnicas estadísticas; asociar conceptos matemáticos a problemas forenses; elaborar un plan de análisis; integrar información y verificar su calidad, y trabajar en equipo y ejercer el liderazgo.

La adopción de un modelo de aprendizaje por indagación, materializado en la realización de un proyecto, se presta —por su complejidad y nivel de desafío— para que las y los estudiantes trabajen colaborativamente en la elección y documentación de un problema, la planeación y conducción de la investigación, y la reflexión sobre los resultados. Para realizar estas tareas de manera autónoma, deben autorregular su desempeño y ajustarlo a las dificultades propias de una investigación y a eventos imprevistos. Enseñar metodología de la investigación científica a través de un ejercicio genuino de indagación vincula la teoría con la práctica: se aprende cómo investigar mientras se investiga (Minstrell, 2000). Las y los docentes participantes actuamos como colaboradores; preparando exposiciones del contenido; moderando sesiones de intercambio y discusión de ideas, y practicando la enseñanza *just-in-time* para retroalimentar puntualmente el desempeño de las y los estudiantes y atender sus necesidades conforme vayan surgiendo.

En vista de las condiciones de trabajo a distancia que ha impuesto la pandemia de Covid-19, la estrategia de enseñanza-aprendizaje se diseñó para poder ser implementada en modalidad a distancia. Se recurrió a herramientas digitales para recopilar, almacenar y compartir datos (Formularios de Google, Google Drive, redes sociales como Facebook o Twitter), así como a cámaras fotográficas y de video de teléfonos celulares y laptops, entre otras. Para la construcción de bases de datos se usaron hojas de cálculo Excel y el software R para el análisis estadístico. Varios de los recursos que ofrece Google y el software R son de uso libre.

Para evaluar el desempeño al inicio, durante y tras concluido el proyecto, así como la calidad de los productos resultado de la investigación, se emprendió una revisión de varios instrumentos de evaluación del razonamiento científico y las habilidades investigativas, previamente validados en muestras de estudiantes universitarios y publicados en la literatura académica sobre el tema. Se seleccionaron aquellos más compatibles con los resultados de aprendizaje de las asignaturas, con los criterios que definen el aprendizaje por indagación y ABP, y con las recomendaciones emitidas para que los proyectos de ciencia ciudadana cumplan con fines educativos (National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2018). En concreto, se tomaron ítems del Test of Scientific Literacy Skills (Gormally, Brickman y Lutz, 2012) y el Test of Scientific Thinking (Fredericksen y Ward, 1978). Los tests se aplicaron antes y se aplicarán después de la intervención, para intentar detectar cambios en el aprendizaje. Para el análisis de los productos, se adoptó el Competency Rubric Bank for the Sciences (Kishbaugh, Cessna, Horst, Leaman, Flanagan, Neufeld y Siderhurst, 2012).

Resultdos preliminares sugieren que, aunque la mayoría de las y los estudiantes participó en proyectos de investigación durante el bachillerato, el hecho de tener que planear y ejecutar una investigación original sin seguir un protocolo preestablecido ni recibir instrucciones constantes de sus profesores representa un reto

considerable, en particular en lo que respecta a la organización dentro del grupo. Para iniciar el proceso, se les ofrecieron tres temas a investigar: a) la convivencia vecinal durante el aislamiento social por Covid-19, b) el *burnout* entre estudiantes y docentes a raíz de la enseñanza a distancia y c) el ciberacoso en la escuela. Por mayoría, eligieron este último. Divididos en equipos de entre 5 y 7 integrantes, se enfocaron, según sus intereses, en explorar una vertiente del tema general, para lo cual realizaron una investigación bibliográfica. Las vertientes seleccionadas fueron el ciberacoso a) hacia docentes, b) hacia estudiantes, c) de tipo sexual, d) a través de redes sociales y e) en plataformas de *streaming* y videojuegos. Para cada uno de estos subtemas, cada equipo planteó preguntas y objetivos de investigación. Una condición ineludible de este proyecto, al conjuntar la metodología de la investigación con la estadística, es la necesidad de contar con la mayor cantidad posible de datos de tipo cuantitativo, para aprovechar las fortalezas analíticas de la estadística paramétrica, el contenido principal de la asignatura. Esto implica que las y los estudiantes tienen que diseñar cuando menos una encuesta que les permita recopilar un gran volumen de datos. Esto no excluye, por supuesto, la posibilidad de que realicen estudios observacionales, entrevistas, estudios de caso o revisiones documentales que complementen la información obtenida a través de la encuesta y den con esto respuesta a sus preguntas de investigación. Dada la imposibilidad actual de acudir a observar clases, de encuestar o entrevistar personalmente a estudiantes y docentes, se les sugirió a que llevaran a cabo una encuesta en línea.

Para hacer el proceso más ágil, se formaron cuatro comisiones con integrantes de cada uno de los equipos: una encargada de reunir las preguntas de todos los equipos, revisar su gramática y ortografía y darle formato; otra para redactar la introducción a la encuesta y el consentimiento informado dirigidos a los respondientes; una tercera dedicada a trasladar las preguntas en una plataforma de encuestas en línea (en este caso, Google Forms), y una última responsable de preparar una infografía con los antecedentes y el marco teórico de la investigación sobre el ciberacoso, con fines de divulgación. Cada equipo realizó un estudio piloto para identificar problemas con el contenido o la forma de la encuesta y corregirlos antes de su aplicación masiva. Con los datos que se obtengan, se realizará un estudio de estadística descriptiva, para eventualmente aplicarles métodos de estadística inferencial.

Para concluir con este proyecto, se evaluará la percepción de las y los estudiantes sobre su propia capacidad para llevar a cabo una investigación científica (empleando un cuestionario basado en una actividad de Dawson, 2016), antes y después de su participación en el proyecto. Asimismo, se explorarán las impresiones y experiencias del profesorado que participó en la intervención sobre la enseñanza por indagación, el ABP y la ciencia ciudadana, para conocer cuáles fueron los retos que enfrentaron y cuáles los beneficios para el aprendizaje. Con estos resultados se sistematizará la experiencia para enriquecerla y hacerla compatible con otras asignaturas.

Conclusiones

A pesar de que este proyecto se llevó a cabo durante el periodo de confinamiento social ocasionado por la pandemia de Covid-19, no solo resultó ser viable sino que incluso resultó motivante para las y los estudiantes, quienes cumplieron con las múltiples actividades requeridas para llevar a cabo su investigación. Está por determinarse cuál es el efecto en el aprendizaje y el desempeño de las y los estudiantes de haber participado en la intervención. Para el equipo docente, este proyecto resultó un reto que acrecentó la dificultad de impartir clases (en especial en las condiciones de contingencia sanitaria) por la carga adicional de trabajo que representa asesorar a las y los estudiantes con más frecuencia y sobre temas de los que no se tiene conocimiento previo, como el ciberacoso.

Entre los principales límites de esta estrategia de enseñanza-aprendizaje se encuentra la disponibilidad de tiempo, ya que un semestre es apenas suficiente para que las y los estudiantes lleven a cabo la planeación de la investigación, documenten el marco teórico, diseñen el o los instrumentos para recopilar los datos, lleven a cabo un análisis de estadística descriptiva y presenten sus resultados preliminares. Asimismo, aunque la mayoría de las y los estudiantes han tenido experiencias previas de investigación en el bachillerato, su *expertise* como investigadores no es suficiente para que actúen como investigadores de manera autónoma. No obstante, el apoyo del equipo docente los mantiene avanzando de manera constante, con retrasos y pasos en falso, pero eventualmente consiguiendo los objetivos planteados.

Realizar un proyecto de investigación sobre un tema abierto resulta un contexto muy fructífero para impartir asignaturas como Metodología de la Investigación Científica y Estadística, cuyo contenido no se limita a una disciplina en particular, sino que es aplicable a una multitud de ellas sin menoscabo. Los costos —sobre todo de esfuerzo y tiempo— parecen redituarse ampliamente en cuanto a la motivación de las y los estudiantes y, esperamos, su formación académica.

(Este proyecto se realizó gracias a financiamiento del Programa de Apoyo a Proyectos para Innovar y Mejorar la Educación, PAPIME PE301421, de la Dirección General de Asuntos del Personal Académico de la Universidad Nacional Autónoma de México.)

Referencias

- Cavaliere, D., Hoffman, C. y Cooper, C. (2020). *The Field Guide to Citizen Science: How You Can Contribute to Scientific Research and Make a Difference*. Portland: Timber Press.
- Dawson, C. (2016). *100 Activities for Teaching Research Methods*. Londres: SAGE.
- Facultad de Medicina (2013). *Plan de Estudios de la Licenciatura en Ciencia Forense (Vol. 1)*. México D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Fink, L. D. (2003). *Creating Significant Learning Experiences: An Integrated Approach to Designing College Courses*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Fredericksen, N. y Ward, W. C. (1978). Measures for the study of creativity in scientific problem-solving. *Applied Psychological Measurement*, 2: 1-24.
- Gómez González, A. (coord.) (2016). *Reforma Penal 2008-2016. El sistema penal acusatorio en México*. Ciudad de México: Instituto Nacional de Ciencias Penales.
- Gormally, C., Brickman, P. y Lutz, M. (2012). Developing a test of scientific literacy skills (TOSLS): Measuring undergraduates' evaluation of scientific information and arguments. *Cell Biology Education*, 11: 364-377.
- Kishbaugh, T. L. S., Cessna, S., Horst, S. J., Leaman, L., Flanagan, T., Neufeld, D. G. y Siderhurst, M. (2012). Measuring beyond content: a rubric bank for assessing skills in authentic research assignments in the sciences. *Chemistry Education Research and Practice*, 13: 268-276
- Larmer, J., Mergendoller, J. y Boss, S. (2015). *Setting the Standard for Project Based Learning: A Proven Approach to Rigorous Classroom Instruction*. Alexandria, Virginia: ASCD.
- Lee, V. S. (2011). The power of inquiry as a way of learning. *Innovative Higher Education*, 36: 149-160.
- Minstrell, J. (2000). Implications for teaching and learning inquiry: a summary. En: J. Minstrell y E. H. van Zee (Eds.) *Inquiring into Inquiry Learning and Teaching in Science* (pp. 471-496). Washington, DC: American Association for the Advancement of Science.
- Moreno Bayardo, M. G. (2005). Potenciar la educación. Un currículum transversal de formación para la investigación. *REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 3(1): 520-540.
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (2018). *Learning Through Citizen Science: Enhancing Opportunities by Design*. Washington, DC: The National Academies Press
- Rojas Serey, A. M. y Hawes Barrios, G. (2012). Articulación e integración en el currículum de formación profesional. *Revista de Docencia Universitaria*, 10: 55-81.
- Romero Guerra, A. P. (2008). La prueba pericial en el sistema acusatorio. *Iter Criminis. Revista de Ciencias Penales*, 6: 195-206.
- Shah, M. (2012). The importance and benefits of teacher collegiality in schools – a literature review. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 46: 1242-1246
- Williams, A., Cassella, J. P. y Maskell, P. D. (2017). *Forensic Science Education and Training: A Tool-kit for Lecturers and Practitioner Trainers*. Chichester: Wiley.