

Capítulo 11. Propuesta de estrategia metodológica para el uso de la IA en la enseñanza de la electrónica digital con enfoque STEAM



VÍCTOR MANUEL SALAZAR ESPRONCEDA*

LIZETTE BERENICE GONZÁLEZ MARTÍNEZ**

DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.472.11>

Resumen

Este capítulo presenta una propuesta metodológica para investigar cómo los estudiantes de quinto semestre de Electrónica Digital en la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (FIME) de la Universidad Autónoma de Nuevo León perciben y usan herramientas de inteligencia artificial dentro de un enfoque STEAM. El punto de partida es una brecha concreta: a pesar del creciente interés internacional por la IA educativa, en México existe poca investigación sobre lo que ocurre en las aulas universitarias de ingeniería, y prácticamente ninguna centrada en la materia de Electrónica Digital. Para atender ese vacío, se plantea un diseño cualitativo de estudio de caso único e instrumental. La elección responde a la naturaleza del fenómeno: comprender cómo viven los estudiantes su experiencia con estas herramientas exige acercarse a sus vivencias reales, no solo medir variables desde afuera. La estrategia de recolección de datos combina tres técnicas —entrevista semiestructurada, observación participante y grupo focal—, cuya complementariedad sigue el principio de triangulación metodológica

* Doctorante en Filosofía con acentuación en Educación. Profesora de medio tiempo en la Universidad Autónoma de Nuevo León, México. ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-6848-4629>; correo electrónico: victor.salazaresp@uanl.edu.mx

** Doctora en Educación. Profesora de tiempo completo en la Universidad Autónoma de Nuevo León, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7306-8562>

para dar mayor solidez a los hallazgos. Las entrevistas se estructuran en torno a cinco dimensiones: tecnológica, pedagógica, cognitiva, afectiva y contextual. La observación se centra en documentar lo que ocurre durante las sesiones reales de laboratorio, mientras que los grupos focales permiten explorar la perspectiva colectiva. La muestra se definirá por muestreo intencional hasta alcanzar la saturación teórica, con un estimado de entre 12 y 15 participantes para las entrevistas, entre ocho y 10 sesiones de observación, y entre dos y tres grupos focales. La propuesta se concibe como un punto de partida para mejorar las prácticas de enseñanza en FIME UANL, y también como referencia transferible a otras instituciones que enfrentan el reto de integrar la inteligencia artificial en la formación de ingenieros.

Palabras clave: *IA educativa, electrónica digital, STEAM, investigación cualitativa.*

Introducción

En los últimos años la inteligencia artificial ha ido tomando cada vez más espacio en distintos ámbitos de la vida cotidiana, y la educación no ha sido la excepción. En la enseñanza de ingeniería se evidencia por la variedad de herramientas tecnológicas disponibles para apoyar a los estudiantes en su proceso de aprendizaje. Creswell y Creswell (2018) señalan que para entender fenómenos complejos dentro de contextos educativos específicos es necesario una investigación que vaya más allá de los números y se acerque a las experiencias reales de los estudiantes.

Sin embargo, es pertinente establecer que el éxito de implementación tecnológica depende de múltiples factores y no necesariamente la respuesta es la misma en diferentes contextos educativos.

En el caso específico de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (FIME) de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), los estudiantes que están en quinto semestre cursando Electrónica Digital se encuentran en un momento importante de su formación. Ya poseen bases de matemáticas y física, pero la materia les exige entender temas abstractos, como el álgebra booleana o el diseño de circuitos.

Asimismo, Graesser et al. (2018) mencionan que los sistemas tutores inteligentes pueden adaptarse al ritmo de cada estudiante y ofrecer retroalimentación inmediata, lo que ayuda a superar ese tipo de dificultades de manera personalizada, lo que no puede hacer la enseñanza tradicional. Las herramientas de inteligencia artificial pueden marcar la diferencia en algunos contextos educativos.

Otro elemento que se considera en este trabajo es el enfoque STEAM, que integra ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas como un marco pedagógico más completo. Huang et al. (2022) argumentan que cuando la inteligencia artificial se incorpora dentro de este enfoque, los estudiantes no solo aprenden los contenidos técnicos, sino que también desarrollan habilidades como el pensamiento crítico y la resolución de problemas. En la enseñanza de la Electrónica Digital esto puede ser útil porque permite conectar la teoría con aplicaciones prácticas y significativas para el estudiante. Lavicza et al. (2022) también señalan que los ambientes de aprendizaje que mezclan tecnologías nuevas con el enfoque STEAM logran que los estudiantes se involucren más con lo que están aprendiendo.

Recientemente, Mishra (2024) exploró cómo las herramientas de IA impactan la pedagogía en cursos de ingeniería y encontró que los estudiantes valoran especialmente la posibilidad de recibir retroalimentación inmediata y personalizada. En México aún no hay mucha investigación sobre lo que pasa en específico en instituciones como FIME UANL, y eso es precisamente lo que motiva este trabajo.

En cuanto al uso de la inteligencia artificial en la enseñanza de la electrónica, la literatura disponible es todavía escasa. Barrón-Estrada et al. (2018) desarrollaron un sistema educativo inteligente con análisis de emociones para materias de ingeniería, lo que representa un acercamiento a cómo la IA puede apoyar el aprendizaje en áreas técnicas.

Recientemente, León-Paredes et al. (2025) desarrollaron un asistente basado en generación aumentada por recuperación para la enseñanza de cómputo paralelo, mostrando que las herramientas de IA conversacional pueden integrarse en materias técnicas de nivel universitario con resultados positivos. No obstante, no se encontraron estudios que aborden de manera directa el uso de herramientas de IA en la enseñanza de la Electrónica Digital, lo que refuerza la pertinencia del presente trabajo en ese campo específico.

La justificación de este capítulo tiene que ver con esa falta de investigación sobre el uso de la IA en la metodología de alguna materia. Así como los estudiantes de FIME UANL usan, perciben e interactúan con herramientas de IA cuando aprenden Electrónica Digital, esto puede dar información valiosa para mejorar las prácticas de enseñanza en ese contexto particular. Creswell y Creswell (2018) señalan que los estudios cualitativos son los más adecuados para este tipo de exploración porque permiten capturar los significados y las experiencias de las personas de lo que sucede en el aula, no solo en el exterior.

El problema que se aborda en este estudio se relaciona con la limitada comprensión que existe sobre cómo los estudiantes universitarios de ingeniería perciben, usan e integran herramientas de inteligencia artificial en el aprendizaje de Electrónica Digital dentro de un enfoque STEAM. A pesar del creciente interés internacional en la IA educativa, se desconoce con profundidad qué factores facilitan o dificultan su adopción en contextos universitarios específicos como el de la FIME UANL. Las técnicas que se describen en este capítulo van a permitir explorar ampliamente las experiencias de los estudiantes, identificar qué les facilita o les dificulta el uso de herramientas de IA, y entender los procesos que acompañan ese aprendizaje mediado por tecnología.

El objetivo de este capítulo consiste en describir una estrategia metodológica con enfoque cualitativo en el cual se desarrollará una entrevista semiestructurada para investigar el uso de la inteligencia artificial como herramienta pedagógica en la enseñanza de la Electrónica Digital con enfoque STEAM, en estudiantes de quinto semestre de la FIME UANL. Para lograr esto, se fundamenta con el análisis de la entrevista el por qué el enfoque cualitativo es el más adecuado para explorar las experiencias y percepciones de los estudiantes.

Sistemas tutores inteligentes y el uso de la inteligencia artificial.

Para abordar el concepto, López de la Cruz y Arévalo Vidal (2022) definen la inteligencia artificial como el conjunto de tecnologías que usan algoritmos y procesamiento de lenguaje para apoyar la enseñanza y el aprendizaje.

Dentro de esta, los sistemas tutores inteligentes (ITS, por sus siglas en inglés), son una de las herramientas más conocidas.

Las herramientas de IA pueden ayudar porque dividen el contenido en partes más manejables, ofrecen retroalimentación inmediata y se adaptan al nivel del estudiante. Arévalo-Mercado et al. (2019) demostraron empíricamente que la reducción de la carga cognitiva extrínseca mediante estrategias instruccionales bien diseñadas mejora el aprendizaje en materias de programación, un hallazgo que puede extrapolarse al aprendizaje de la electrónica digital.

Mishra (2024) encontró resultados consistentes con esto en su investigación, donde los estudiantes de ingeniería que usaron herramientas de IA reportaron sentirse menos abrumados por los contenidos técnicos, probablemente porque esas herramientas les ayudaban a organizar mejor la información.

El enfoque STEAM como marco integrador

El enfoque STEAM es el marco más amplio dentro del cual se ubica esta investigación. Huang et al. (2022) argumentan que cuando la inteligencia artificial se integra en contextos STEAM, no solo mejora el aprendizaje de los contenidos de la materia, sino que también ayuda a desarrollar competencias más generales como el pensamiento computacional y la resolución creativa de problemas. En el caso de la electrónica digital, este enfoque permite que los estudiantes aprendan la materia no solo como algo técnico y abstracto, sino como algo que tiene aplicaciones reales e interesantes.

Lavicza et al. (2022) también señalan que los entornos de aprendizaje que combinan tecnologías nuevas con el enfoque STEAM logran mayor motivación y compromiso de los estudiantes, especialmente cuando las actividades tienen un carácter más exploratorio.

Lo anterior constituye la base de la presente investigación, porque las herramientas de IA como los sistemas tutores inteligentes pueden crear ese tipo de experiencias de aprendizaje activas y significativas para los estudiantes de ingeniería. Este enfoque integrador es especialmente importante en contextos como el de la FIME UANL, donde la materia de Electrónica Digital

puede beneficiarse mucho de conectar los contenidos técnicos con aplicaciones más creativas y significativas para los estudiantes.

Descripción de enfoques y metodologías para el estudio

Enfoque de la investigación, el tipo y el diseño

Para esta investigación se eligió un enfoque cualitativo, principalmente porque se pretende entender cómo viven y perciben los estudiantes el uso de herramientas de IA en su aprendizaje. Alarcón Lora et al. (2017) explican que la investigación cualitativa sirve para explorar y comprender los significados que las personas dan por sus experiencias, y que se caracteriza por ser inductiva y flexible.

En este caso, el enfoque cualitativo permite acercarse a las experiencias de los estudiantes de Electrónica Digital de la FIME UANL de una manera más profunda, entendiendo no solo qué herramientas usan sino también cómo las usan, qué piensan de ellas y qué dificultades encuentran en el camino.

El tipo de investigación que se propone es descriptivo-interpretativo. Mishra (2024), en su estudio sobre el impacto de herramientas de IA en la pedagogía de ingeniería, encontró que este tipo de enfoque permite capturar cosas que los estudios cuantitativos no alcanzan a ver, como las motivaciones de los estudiantes o las estrategias que desarrollan para adaptarse a las tecnologías nuevas. La parte descriptiva sirve para documentar lo que hacen y piensan los estudiantes en relación con la IA en Electrónica Digital, y la parte interpretativa va a ayudar a encontrar patrones y darle sentido a esa información dentro del contexto de la FIME UANL.

El tipo de investigación fue cualitativa, para lo cual se eligió un estudio de caso único e instrumental. Según Yin (2018), este enfoque es muy útil cuando se quiere entender un fenómeno contemporáneo en profundidad y dentro de su contexto real, sobre todo cuando es difícil separar el fenómeno del contexto en el que ocurre.

El objeto de estudio son los estudiantes de quinto semestre de Electrónica Digital de la FIME UANL, y se eligió este enfoque cualitativo porque no se pretende hacer generalizaciones estadísticas, sino entender bien lo que

pasa en ese contexto particular. Stake (1995) hace una distinción entre estudios de caso intrínsecos, donde el caso mismo es lo que interesa, y los instrumentales, donde el caso sirve para entender algo más amplio. Este trabajo es del segundo tipo, porque lo que realmente interesa es lo que el caso puede revelar sobre el uso de la IA en la enseñanza de la Electrónica Digital en general.

Elegir el estudio de caso tiene ventajas concretas para esta investigación, ya que permite explorar el fenómeno desde distintos ángulos y con diferentes fuentes de información. Además, es coherente con el enfoque cualitativo porque no busca generalizar sino entender en profundidad.

Como señala Yin (2018), el estudio de caso es especialmente apropiado para investigaciones exploratorias como esta, donde todavía hay pocas referencias sobre el tema en el contexto mexicano. Una ventaja adicional es que el estudio de caso admite la integración de múltiples técnicas de recolección de datos, como la entrevista, la observación y el grupo focal, lo que permite construir una comprensión más robusta del fenómeno.

Garcés Córdova (2021) ilustra precisamente este punto en un estudio de caso sobre la práctica docente en matemáticas de ingeniería, donde la combinación de técnicas cualitativas permitió capturar dimensiones del fenómeno que no habrían sido accesibles con una sola fuente de datos.

Técnicas y métodos para el estudio de caso

Para recolectar los datos se proponen tres técnicas: entrevista semiestructurada, observación participante y grupo focal. Estas tres técnicas se complementan entre sí y permiten ver el fenómeno desde distintas perspectivas. Patton (2015) explica que usar más de una técnica responde al principio de triangulación metodológica, que básicamente busca aumentar la credibilidad de los hallazgos porque los datos se obtienen de varias fuentes y de varias maneras. La idea es que si los datos de las entrevistas, las observaciones y los grupos focales apuntan en la misma dirección, esto indica mayor confiabilidad de los resultados.

Entrevista semiestructurada

El objetivo de las entrevistas en esta investigación es explorar a profundidad las experiencias individuales de los estudiantes con herramientas de IA, entendiendo qué piensan sobre su utilidad, qué tan fácil o difícil les resulta usarlas, cómo sienten que impactan en su comprensión de los temas y en sus ganas de aprender. Las entrevistas van a capturar historias personales que muestren no solo qué herramientas usan los estudiantes sino también cómo las integran a su manera de estudiar.

Las dimensiones que van a guiar las entrevistas incluyen la parte tecnológica, que tiene que ver con qué herramientas usan, con qué frecuencia y en qué contextos; la parte pedagógica, que es cómo perciben la efectividad de esas herramientas para entender los temas de Electrónica Digital; la parte cognitiva, que es cómo piensan y resuelven problemas cuando usan IA; la parte afectiva, que tiene que ver con la motivación y la confianza que sienten; y la parte contextual, que considera los factores del entorno que facilitan o dificultan el uso de estas herramientas.

Estas dimensiones se justifican porque permiten capturar de manera integral el fenómeno del uso de la IA en el aprendizaje. La dimensión tecnológica es necesaria para identificar qué herramientas están realmente disponibles y en uso dentro del contexto de la FIME UANL. La dimensión pedagógica responde directamente al objetivo del estudio, ya que busca entender si los estudiantes perciben que la IA les ayuda a aprender Electrónica Digital. La dimensión cognitiva se apoya en la teoría de la carga cognitiva (Sweller et al., 2019), que predice que las herramientas de IA pueden reducir la sobrecarga de información en materias técnicas complejas. La dimensión afectiva es relevante porque Mishra (2024) encontró que la motivación y la confianza son variables clave en la adopción de herramientas de IA por parte de los estudiantes de ingeniería. Finalmente, la dimensión contextual reconoce que el uso de la tecnología no ocurre en el vacío, sino que está condicionado por factores institucionales, culturales y de acceso que pueden variar significativamente entre contextos.

A continuación se presenta una guía de preguntas orientadoras para cada dimensión, diseñadas para ser abiertas y flexibles, de modo que el entrevistador pueda adaptarlas al flujo de la conversación.

Dimensión tecnológica (uso y acceso a herramientas de IA):

1. ¿Qué herramientas de inteligencia artificial has utilizado mientras estudias Electrónica Digital? ¿Puedes darme ejemplos concretos?
2. ¿Con qué frecuencia las usas? ¿En qué momento del proceso de estudio las utilizas más?
3. ¿Tienes acceso fácil a estas herramientas desde casa o en las instalaciones de la facultad?

Dimensión pedagógica (percepción de utilidad para aprender Electrónica Digital):

1. ¿Sientes que las herramientas de IA te ayudan a entender mejor los temas de Electrónica Digital? ¿Por qué sí o por qué no?
2. ¿Cómo comparas aprender con ayuda de la IA frente a estudiar solo con el libro o con las explicaciones del profesor?
3. ¿Has notado alguna diferencia en tus calificaciones o en tu comprensión de los temas desde que empezaste a usar herramientas de IA?

Dimensión cognitiva (resolución de problemas y procesamiento de información):

1. ¿Sientes que la IA te ayuda a organizar mejor la información o a dividir los problemas en partes más manejables?
2. ¿Alguna vez la retroalimentación de una herramienta de IA te hizo cambiar la manera en que estabas resolviendo un problema? ¿Puedes contarme cómo fue eso?

Dimensión afectiva (motivación, confianza y actitud):

1. ¿Cómo te sientes cuando usas herramientas de IA para estudiar Electrónica Digital? ¿Te genera confianza, frustración, comodidad?
2. ¿Has sentido que el uso de la IA te ha motivado más a estudiar la materia? ¿O en algún momento te ha generado desmotivación?

Dimensión contextual (factores del entorno):

1. ¿Tus profesores de Electrónica Digital saben que usas herramientas de IA? ¿Cuál ha sido su reacción?
2. ¿Tus compañeros de clase también usan herramientas de IA? ¿Comparten estrategias o recursos entre ustedes?

Las entrevistas se realizarán de manera individual, con una duración de entre 45 y 60 minutos aproximadamente y se grabarán con el consentimiento del participante para poder transcribirlas después. Mishra (2024) usó una estrategia similar en su investigación y encontró que las preguntas abiertas generan respuestas mucho más ricas que los cuestionarios cerrados, especialmente cuando se trata de explorar percepciones sobre tecnologías que todavía son relativamente nuevas para los estudiantes.

Observación participante

En esta investigación, el objetivo es documentar cómo interactúan los estudiantes con las herramientas de IA durante las sesiones de aprendizaje de Electrónica Digital. Qué estrategias usan, qué dificultades tienen, cómo navegan por las plataformas y cómo se apoyan entre compañeros cuando algo no les queda claro. Esto complementa la información de las entrevistas porque da evidencia directa de lo que pasa en la práctica.

Las dimensiones a observar permiten determinar cómo los estudiantes interactúan con la tecnología, qué tan seguido piden ayuda al sistema o a sus compañeros, qué hacen cuando se equivocan o cuando no entienden algo, y cómo es el ambiente físico y tecnológico donde trabajan.

Las observaciones se realizarán en contextos reales como sesiones de laboratorio o talleres, y el investigador va a tomar notas de campo detalladas de lo que ve y escucha. Se tuvo un protocolo de observación con algunas categorías definidas, y también espacio para registrar cosas que no estaban previstas, tal como recomienda Patton (2015) para investigaciones de tipo exploratorio. A continuación se presenta una guía de categorías de observación con indicadores concretos para orientar el registro de campo:

Categoría 1. Patrones de uso de herramientas de IA: ¿Qué herramientas de IA se observan en uso durante la sesión? ¿En qué momentos de la actividad el estudiante recurre a la IA (al inicio, al atascarse, al verificar respuestas)? ¿Cómo formula las consultas o preguntas a la herramienta?

Categoría 2. Interacción con la retroalimentación: ¿El estudiante lee y aplica la retroalimentación que da la herramienta? ¿Qué hace cuando la retroalimentación no le resulta comprensible? ¿Reformula la consulta o busca otra fuente?

Categoría 3. Interacción social y colaboración: ¿Los estudiantes comparten entre sí lo que obtienen de la IA?, ¿Se observan discusiones sobre la utilidad o confiabilidad de la herramienta? ¿Hay momentos en que prefieren preguntar a un compañero en lugar de consultar la IA?

Categoría 4. Dificultades y barreras observadas: ¿Se observan problemas técnicos de acceso o conectividad? ¿El estudiante muestra señales de frustración o confusión al usar la herramienta? ¿Hay momentos en que abandona el uso de la IA y recurre a recursos tradicionales?

Categoría 5. Ambiente de aprendizaje: ¿Cómo está organizado el espacio físico o virtual donde se lleva a cabo la actividad? ¿El docente promueve, tolera o desalienta el uso de herramientas de IA durante la sesión?

Grupo focal

El objetivo del grupo focal en esta investigación es facilitar una discusión colectiva sobre las experiencias y opiniones de los estudiantes respecto al uso de herramientas de IA en Electrónica Digital. Se pretende analizar dónde coinciden, difieren y cómo el grupo en conjunto le da sentido al papel que tiene la IA en su formación como ingenieros.

Las dimensiones a explorar en el grupo focal se justifican de la siguiente manera: las ventajas y desventajas percibidas del uso de IA se discuten colectivamente porque la percepción grupal puede diferir de la individual y revela consensos o tensiones que son socialmente relevantes. Las prácticas compartidas se exploran porque permiten identificar patrones de uso que se han normalizado en el grupo y que no siempre son conscientes para los estudiantes.

Los factores facilitadores e inhibidores del uso de IA se abordan en grupo porque muchos de ellos son de naturaleza social e institucional (actitud

de los profesores, normas del aula, acceso colectivo a tecnología) y se entienden mejor desde la perspectiva compartida. Finalmente, la reflexión sobre lo que significa ser ingeniero en la era de la IA se incluye porque el enfoque STEAM implica no solo aprender contenidos sino también desarrollar una identidad profesional, y la discusión grupal es el espacio idóneo para explorar esa dimensión más profunda.

Los grupos focales se conformarán por grupos de entre seis y ocho estudiantes, con una duración de unos 90 minutos. El moderador va a usar una guía de discusión con preguntas abiertas para que todos puedan participar. Las sesiones se van a grabar en audio y video con consentimiento de los participantes.

Guía de preguntas para el grupo focal

Las siguientes preguntas están diseñadas para promover la participación de todos los integrantes del grupo y generar discusión. El moderador podrá reordenarlas o adaptarlas según el flujo de la sesión.

Apertura y presentación (5-10 min)

¿Alguien puede compartir brevemente cómo usa la tecnología en general para estudiar? (Pregunta de calentamiento, no específica sobre IA)

Uso de herramientas de IA en Electrónica Digital

1. ¿Cuáles herramientas de IA han usado en esta materia? ¿Cómo llegaron a conocerlas?
2. ¿Hay diferencias entre ustedes en cuanto a cómo o cuándo usan esas herramientas? ¿A qué creen que se deben esas diferencias?

Percepción de utilidad y limitaciones

1. ¿En qué temas de Electrónica Digital sienten que la IA les ha sido más útil? ¿Y en cuáles no tanto? ¿Por qué?

2. ¿Han tenido alguna experiencia en que la herramienta de IA les haya dado una respuesta incorrecta o confusa? ¿Cómo reaccionaron?

Reflexión sobre aprendizaje e identidad profesional

1. ¿Creen que usar IA para aprender Electrónica Digital cambia la forma en que van a ejercer como ingenieros? ¿En qué sentido?
2. Si pudieran cambiar algo sobre cómo se usa la IA en esta materia, ¿qué cambiarían?
3. ¿Qué le dirían a un estudiante de primer semestre sobre cómo usar la IA de manera útil en ingeniería?

Las tres técnicas se complementan bien, ya que las entrevistas otorgan profundidad individual, la observación da evidencia de lo que pasa en la práctica, y los grupos focales dan la perspectiva colectiva. Creswell y Creswell (2018) señalan que esta combinación es característica de una investigación cualitativa de buena calidad.

Población y muestra

En la investigación cualitativa la determinación de la población y la muestra es diferente que en los estudios cuantitativos. Alarcón Lora et al. (2017) explican que en la investigación cualitativa el muestreo es intencional y está guiado por criterios teóricos y prácticos, no por cálculos estadísticos. No importa tener una muestra representativa en términos estadísticos, sino contar con participantes que puedan aportar información rica y relevante sobre el fenómeno estudiado.

Los estudiantes participantes ya tienen cierta base en matemáticas, física y circuitos eléctricos, y están en proceso de desarrollar competencias más especializadas en electrónica. Están familiarizados con la tecnología, aunque su experiencia con herramientas de IA específicamente puede variar mucho de uno a otro.

La muestra se seleccionará mediante muestreo intencional. Patton (2015) explica que este tipo de muestreo permite elegir a los participantes

que puedan dar la información más útil para los objetivos de la investigación, buscando diversidad de perspectivas sin sacrificar la profundidad del análisis. No es importante que la muestra represente estadísticamente a toda la población, sino que incluya personas con distintas experiencias y puntos de vista sobre el uso de la IA en su aprendizaje.

Los criterios para seleccionar a los participantes incluyen estar inscrito en la materia de Electrónica Digital en quinto semestre de algún programa de ingeniería de la FIME UANL durante el periodo en que se va a recolectar la información; haber usado al menos una herramienta de IA en el contexto de esa materia; estar dispuesto a participar de manera voluntaria y firmar un consentimiento informado; y que haya diversidad en el grupo en cuanto a género, rendimiento académico y nivel de experiencia con tecnología digital.

En cuanto al tamaño de la muestra, en investigación cualitativa no se determina con una fórmula, sino con el principio de saturación teórica. Nascimento et al. (2018) desarrollaron este concepto para referirse al punto en el que seguir recolectando datos ya no aporta información nueva o diferente a la que ya se tiene.

Para las entrevistas, se estima que la saturación se podría alcanzar con entre 12 y 15 participantes, aunque eso puede cambiar dependiendo de qué tan variadas y ricas sean las respuestas. Para la observación se planean entre ocho y 10 sesiones de aprendizaje con distintos estudiantes y contextos. Para los grupos focales se propone hacer entre dos y tres sesiones con grupos de seis a ocho estudiantes cada uno. Creswell y Creswell (2018) recomiendan que en los estudios de caso cualitativos se priorice la calidad de los datos sobre la cantidad, lo que respalda esta forma de planear el muestreo.

Conclusiones

Este capítulo ofrece una ruta concreta para acercarse a un fenómeno que todavía no ha sido suficientemente estudiado en el contexto universitario mexicano: el uso de la inteligencia artificial en la enseñanza de la Electrónica Digital. A lo largo del trabajo se fue construyendo una justificación sólida de por qué el enfoque cualitativo, y en particular el estudio de caso, es la opción más adecuada para este tipo de investigación. No se trata solo

de una decisión metodológica, sino de una postura que reconoce que entender cómo viven y perciben los estudiantes el uso de estas herramientas requiere acercarse a sus experiencias reales, no solo medir variables.

En cuanto a la selección de participantes, el muestreo intencional guiado por saturación teórica garantiza que la información recolectada sea rica y relevante, sin depender de tamaños de muestra estadísticamente calculados. Esto, sumado a los criterios éticos que protegen la voluntariedad y la confidencialidad de quienes participen, da solidez y rigor al diseño propuesto.

Finalmente, esta propuesta puede ser un punto de partida útil no solo para la FIME UANL, sino para otras instituciones de educación superior que estén pensando en investigar cómo integrar la inteligencia artificial en sus procesos de enseñanza. La evidencia internacional revisada, como la de Kulik y Fletcher (2016) y León-Paredes et al. (2025), muestra que estas herramientas tienen potencial real, pero se debe entender si ese potencial se concreta en contextos específicos.

Referencias

- Alarcón Lora, A. A., Múnera Cavadias, L., y Montes Miranda, A. J. (2017). La teoría fundamentada en el marco de la investigación educativa. *Saber, Ciencia y Libertad*, 12(1), 1-12. <https://doi.org/10.18041/2382-3240/saber.2017v12n1.1475>
- Arévalo-Mercado, C. A., Estrada-Rentería, B. G., y Muñoz-Andrade, E. L. (2019). El efecto de la teoría de carga cognitiva en el aprendizaje de la programación básica. *Entorno*, (67), 92-103. <https://doi.org/10.5377/entorno.v0i67.7500>
- Barrón-Estrada, M. L., Zatarain-Cabada, R., Ramírez-Ávila, S. L., Oramas-Bustillos, R., y Graff-Guerrero, M. (2018). Uso de analizador de emociones en sistemas educativos inteligentes. *Research on Computing Science*, 147(6), 149-160. <https://doi.org/10.13053/RCS-147-6-14>
- Creswell, J. W., y Creswell, J. D. (2018). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5.ª ed.). SAGE Publications.
- Garcés Córdova, W. (2021). Análisis de las pautas que rigen la práctica del profesor en la enseñanza de derivadas en ciencias básicas en carreras de ingeniería: un estudio de caso. *REDIMAT. Journal for Research in Mathematics Education*, 10(2), 156-186. <https://doi.org/10.17583/REDIMAT.7957>
- Graesser, A. C., Conley, M. W., y Olney, A. (2018). Intelligent tutoring systems. En A. A. Lipnevich y J. K. Smith (eds.), *The Cambridge Handbook of Instructional Feedback* (pp. 246-268). Cambridge University Press.
- Huang, X., Zou, D., Cheng, G., Chen, X., y Xie, H. (2022). Enhancing computational

- thinking skills through artificial intelligence education at a STEAM high school. *Science & Education*, 32(6), 1539-1561. <https://doi.org/10.1007/s11191-022-00392-6>
- Kulik, J. A., y Fletcher, J. D. (2016). Effectiveness of intelligent tutoring systems: A meta-analytic review. *Review of Educational Research*, 86(1), 42-78. <https://doi.org/10.3102/0034654315581420>
- Lavicza, Z., Haas, B., y Kreis, Y. (2022). Developing and evaluating educational innovations for STEAM education in rapidly changing digital technology environments. *Sustainability*, 14(12), 7237. <https://doi.org/10.3390/su14127237>
- León-Paredes, G. A., Alba-Narváez, L. A., y Paltin-Guzmán, K. D. (2025). NOVA: A retrieval-augmented generation assistant in Spanish for parallel computing education with large language models. *Applied Sciences*, 15(15), 1-18. <https://doi.org/10.3390/app15158175>
- López De La Cruz, E. C. I., y Arévalo Vidal, S. N. (2022). Educación artificial. *Desafíos*, 13(1), 1-10. <https://doi.org/10.37711/desafios.2022.13.1.370>
- Mishra, A. (2024). Exploring the impact of artificial intelligence tools in engineering pedagogy: A qualitative survey of academic experiences. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 11(12), 1234-1245. <https://doi.org/10.22214/ijraset.2023.57864>
- Nascimento, L. C. N., de Souza, T. V., dos Santos Oliveira, I. C., de Moraes, J. R. M., y de Aguiar, R. C. B. (2018). Saturación teórica en investigación cualitativa: un reporte de experiencia en entrevistas con escolares. *Revista Brasileira de Enfermagem*, 71(1), 228-233. <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2016-0616>
- Patton, M. Q. (2015). *Qualitative Research & Evaluation Methods: Integrating Theory and Practice* (4.ª ed.). SAGE Publications.
- Stake, R. E. (1995). *The art of case study research*. Sage Publications.
- Sweller, J., van Merriënboer, J. J. G., y Paas, F. (2019). Cognitive architecture and instructional design: 20 years later. *Educational Psychology Review*, 31(2), 261-292. <https://doi.org/10.1007/s10648-019-09465-5>
- Yin, R. K. (2018). *Case Study Research and Applications: Design and Methods* (6.ª ed.). SAGE Publications.