



Aula Circular: El ciclo del Litio

**Estrategia educativa mediada por la tecnología interactiva para mejorar la
disposición final de baterías de litio en estudiantes de la Universidad EAN sede**

El Nogal, Bogotá, 2026

Yury Alexandra Bernal Martínez

Arlyn Johana Pulgarín Chacón

Carlos Mario Vivas Sarmiento

Universidad Ean

Facultad de Ingeniería

Especialización en Gerencia de proyectos

Bogotá, Colombia

25/mayo/2026

Aula Circular: El ciclo del Litio

Yury Alexandra Bernal Martínez

Arlyn Johana Pulgarín Chacón

Carlos Mario Vivas Sarmiento

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

Especialista en Gerencia de Proyectos

Director (a):

Ricardo Andrés Villalba Rivera

Modalidad:

Consultoría Profesional

Universidad Ean

Facultad de Ingeniería

Especialización en Gerencia de Proyecto

Bogotá, Colombia

25/mayo/2026

Nota de aceptación:

Firma del jurado

Firma del jurado

Firma del director del trabajo de grado

Ciudad, día/mes/año

(Dedicatoria o frase. Página opcional)

*A quienes creen que un código puede
limpiar el planeta. Este proyecto es para
los docentes y estudiantes que, armados
de conocimiento, deciden ser guardianes
de nuestra salud pública y ambiental*

Resumen

Este proyecto de investigación aborda la problemática de la gestión ambiental, el conocimiento y prácticas sobre el reciclaje de baterías de ion-litio la Universidad EAN sede el Nogal. Se fundamenta en el diagnóstico de un desconocimiento crítico sobre el manejo de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), los cuales representan riesgos significativos para la salud pública y el ambiente debido a la liberación de metales pesados y su potencial de combustión (United Nations Environment Programme, 2020). El propósito principal del trabajo es la identificación de la herramienta utilizada en redes sociales y medio adecuado para realizar la concientización sobre la disposición final de las baterías de litio el cual permita transformar las prácticas inadecuadas en hábitos de economía circular durante el periodo 2026. Para ello, se emplea una metodología descriptivo-correlacional, debido a que gran parte de las variables del estudio definidas se encuentran medidas en escalas ordinales para medir cambios actitudinales a través de fases de diagnóstico, diseño y evaluación. Los principales resultados indican que el uso de redes sociales favorece la motivación comunitaria y la apropiación de un lenguaje técnico-ambiental necesario para la disposición responsable de residuos (Nousheen et al., 2020). En conclusión, el desarrollo de herramientas tecnológica disponibilidad en redes sociales integradas a la educación formal constituye una oportunidad estratégica en la gerencia de proyectos para fortalecer la cultura de sostenibilidad y facilitar el cumplimiento de la Responsabilidad Extendida del Productor (REP) en contextos urbanos (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2013; Velázquez-Martínez et al., 2019).

Palabras clave: Ecoalfabetización / Alfabetización Ecológica, herramienta tecnológica, Cultura ambiental Institucional, RAEE (Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos) y Economía Circular

Abstract

This research project addresses the issue of environmental management, knowledge, and practices regarding the recycling of lithium-ion batteries at the EAN University's El Nogal campus. It is based on the diagnosis of a critical lack of knowledge regarding the management of waste electrical and electronic equipment (WEEE), which poses significant risks to public health and the environment due to the release of heavy metals and its potential for combustion (United Nations Environment Programme, 2020). The main purpose of this study is to identify the appropriate tool and medium on social media to raise awareness about the final disposal of lithium-ion batteries, thereby transforming inappropriate practices into circular economy habits by 2026. To this end, a descriptive-correlational methodology is employed, as most of the defined study variables are measured on ordinal scales to assess attitudinal changes through diagnostic, design, and evaluation phases (Nousheen et al., 2020). The main results indicate that the use of social media fosters community motivation and the adoption of the technical-environmental language necessary for the responsible disposal of waste. In conclusion, the development of technological tools available on social media and integrated into formal education represents a strategic opportunity in project management to strengthen a culture of sustainability and facilitate compliance with Extended Producer Responsibility (EPR) in urban contexts (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2013; Velázquez-Martínez et al., 2019).

Keywords: Eco-literacy, technological tool, institutional environmental culture, WEEE (Waste Electrical and Electronic Equipment), and Circular Economy

1. Título del Proyecto

Estrategia educativa mediada por la tecnología interactiva para mejorar la disposición final de baterías de litio en estudiantes de la Universidad EAN sede El Nogal, Bogotá, 2026

2. Planteamiento del Problema

2.1. Descripción y diagnóstico del problema

El crecimiento acelerado del comercio electrónico en Colombia ha llevado implícita la adquisición masiva de equipos tecnológicos que requieran baterías de litio. Según la Cámara de Comercio Electrónico, se vendieron en este sector \$ 27,3 billones de pesos colombianos en el primer trimestre de 2025, lo que significó un incremento con respecto al año anterior del 16,4 %, concentrándose principalmente en Bogotá (Cámara Colombiana de Comercio Electrónico, 2025). Este aumento en el consumo tecnológico se traduce, de manera paralela, en el incremento equivalente de los residuos de eléctricos y electrónicos (RAEE); las baterías de litio se identifican como uno de los residuos peligrosos de mayor crecimiento y menor índice de disposición adecuada.

La mala disposición de baterías de litio produce un riesgo socioambiental palpable y cuantificable. Los componentes que componen las baterías de litio: (i) litio (Li), (ii) cobalto (Co), (iii) níquel (Ni) y (iv) manganeso (Mn) son sustancias peligrosas capaces de generar riesgos como incendios y explosiones cuando son mezclados con otros residuos o se ven sometidas a condiciones de presión o calor extremos, así como vapores tóxicos (United Nations Environment Programme, 2020). La población más expuesta a estos riesgos son las comunidades en situaciones vulnerables contiguas a zonas de disposición informal, así como los operarios de residuos sólidos.

En el contexto universitario colombiano, y específicamente en la Universidad EAN sede El Nogal, se identificó que, si bien existe una política y estrategias documentadas en línea con esta problemática, la evidencia diagnóstica revela una brecha entre la normativa vigente (Resolución 1297 de 2010 y Ley 1672 de 2013) y las prácticas reales de los estudiantes. El análisis causal realizado mediante el Diagrama de Ishikawa, herramienta que lleva a identificar cinco categorías de causas que explican este desconocimiento: (a) educación y formación, (b) políticas y normativa, (c) infraestructura y logística, (d) cultura y percepción social, y (e) comunicación institucional. Esta problemática multicausal no puede resolverse únicamente con medidas operativas; requiere una intervención educativa estructurada y basada en evidencia empírica.

2.2. Naturaleza del problema

El problema tiene una naturaleza mixta que combina tres dimensiones que se relacionan entre sí:

- Educativa-organizacional: ausencia de contenidos curriculares sobre RAEE y baterías de litio y escasa oferta de talleres prácticos sobre gestión ambiental.
- De procesos: escasez de puntos de acopio visibles y accesibles en el campus, logística deficiente y percepción de complejidad en los procesos de recolección.
- Cultural: baja percepción del riesgo asociado a la disposición inadecuada y creencia de que esta práctica no genera consecuencias inmediatas.

Variable Independiente (VI): Estrategia educativa con base en la mediación tecnológica interactiva. Este es el factor de intervención diseñado para transformar la situación.

Variable Dependiente (VD): Nivel de conocimiento, actitudes y comportamientos sobre la disposición final adecuada de baterías de litio. Este es el efecto que se espera modificar como resultado de la intervención.

Brecha AS-IS vs. TO-BE: Estado actual (AS-IS): se ha diagnosticado desconocimiento en las dimensiones cognoscitiva, afectiva y conductual de los estudiantes presenciales de la sede El Nogal . Mientras que el estado deseado (TO-BE) avizora a los estudiantes con conocimiento adecuado, actitud favorable y comportamiento responsable frente a la gestión posconsumo de baterías de litio, como resultado de la intervención educativa diseñada (Hernández-Sampieri et al., 2014).

2.3. Antecedentes y estado del arte

La literatura académica sobre comportamiento ambiental en contextos universitarios confirma que el desconocimiento no es un fenómeno aislado documentaron la brecha entre conocimiento ambiental e intención de actuar, argumentando que la mediación pedagógica es el factor diferencial para pasar de la motivación a la acción (Kollmuss & Agyeman, 2002). En la misma línea, Nousheen et al. (2020) demostraron que las intervenciones educativas estructuradas en universidades de países en desarrollo reducen significativamente las brechas de conocimiento ambiental. Por su parte, Braun y Clarke (2006) aportaron el marco de análisis temático para comprender los factores cualitativos que surgen de estas brechas.

A nivel normativo colombiano, la Resolución 1297 de 2010 y la Ley 1672 de 2013 establecen el marco de responsabilidad posconsumo para pilas y baterías. Sin embargo, su difusión en el ámbito educativo universitario es insuficiente, lo que genera un vacío de conocimiento que el presente estudio busca cerrar mediante evidencia empírica en una comunidad universitaria específica (Congreso de Colombia, 2013; Ministerio de Ambiente, 2010).

A nivel técnico, cabe destacar que en Colombia la cadena de gestión posconsumo de baterías de litio es especialmente débil, pues no existe un sistema nacional consolidado de responsabilidad extendida del productor para baterías de dispositivos portátiles, lo que traslada la carga de la disposición adecuada al consumidor final sin que este cuente con los conocimientos ni la infraestructura necesarios (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2022). Este contexto refuerza la pertinencia de intervenciones educativas en puntos estratégicos como las instituciones de educación superior.

2.4. Delimitación del problema

Espacial: Universidad EAN, sede El Nogal, Bogotá, Colombia.

Temporal: Primer semestre de 2026 (semestre 1-2026).

Temática: Disposición final posconsumo de baterías de litio provenientes de dispositivos de uso académico y cotidiano. No se aborda la gestión de residuos sólidos ordinarios ni otros tipos de RAEE.

Poblacional: Estudiantes matriculados en programas presenciales de pregrado y especialización en la sede El Nogal (N = 6.564, según Registros Calificados y Acreditación, U. EAN, 2026).

3. Pregunta de Investigación

¿Cuál es la estrategia educativa mediada por herramientas tecnológicas que resulta pertinente para identificar el nivel de conocimiento, actitudes y comportamientos de los estudiantes presenciales de pregrado y especialización de la sede El Nogal de la Universidad EAN sobre la disposición adecuada de baterías de litio, durante el primer semestre de 2026?

La pregunta anterior articula los dos componentes centrales del estudio: (a) el diagnóstico de los factores explicativos del desconocimiento en las dimensiones cognoscitiva, afectiva y conductual; y (b) el diseño de una respuesta educativa mediada tecnológicamente. De ella emanan directamente el objetivo general y los cuatro objetivos específicos, configurando la cadena de derivación metodológica: (i) pregunta, (ii) enfoque mixto convergente, (iii) alcance descriptivo-correlacional y (iv) diseño no experimental transversal.

4. Objetivos de la Investigación

4.1. Objetivo General

Formular una propuesta de intervención educativa mediada por una herramienta tecnología para fortalecer el conocimiento, las actitudes y las prácticas de disposición responsable de baterías de litio en estudiantes presenciales de la Universidad EAN, sede El Nogal, mediante el diagnóstico de factores cognoscitivos, afectivos y conductuales, durante el primer semestre de 2026.

4.2. Objetivos Específicos

La Tabla 1 presenta los cuatro objetivos específicos articulados con el ciclo PHVA y su conexión metodológica.

Tabla 1. Objetivos específicos, ciclo PHVA y conexión metodológica

N.º	Objetivo específico	Ciclo PHVA	Conexión metodológica
1	Diagnosticar el nivel de conocimiento, actitudes y comportamientos de los estudiantes presenciales de la	Planificar — Línea base diagnóstica	Encuesta diagnóstica (Preguntas 1–4 y 10): dimensiones cognoscitiva y

N.º	Objetivo específico	Ciclo PHVA	Conexión metodológica
	sede El Nogal frente a la disposición final de baterías de litio, mediante encuesta diagnóstica aplicada por conveniencia y perfilación durante el semestre 1-2026, obteniendo un perfil diagnóstico con al menos tres dimensiones medibles.		conductual de la variable dependiente
2	Analizar los factores institucionales, normativos y culturales que explican la brecha de conocimiento identificada, mediante revisión documental de la normativa ambiental colombiana vigente (Resolución 1297 de 2010 y Ley 1672 de 2013) y del contexto organizacional de la U. EAN (Congreso de Colombia, 2013; Ministerio de Ambiente, 2010).	Planificar — Contexto estructural	Revisión documental y análisis temático de fuentes secundarias

N.º	Objetivo específico	Ciclo PHVA	Conexión metodológica
3	Identificar las prácticas actuales de los estudiantes de pregrado y especialización de la universidad EAN para la disposición final de baterías de litio.	Verificar – Analizar los resultados	Pregunta 9 de la encuesta como evidencia del comportamiento actual.
4	Proponer los lineamientos pedagógicos y funcionales de una herramienta educativa interactiva que aborde los factores identificados en el diagnóstico, tomando como referente la literatura sobre gamificación y eco alfabetización en contextos universitarios.	Hacer — Diseño de intervención	Resultados de los objetivos 1 y 2 como insumo; Preguntas 8 y 9 de la encuesta como evidencia de preferencia de canal

RAEE = Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos; PHVA = Planificar, Hacer, Verificar, Actuar.

5. Justificación

5.1. Relevancia social y ambiental

Colombia enfrenta un crecimiento acelerado en la generación de RAEE que contrasta con la limitada infraestructura de gestión posconsumo y con los bajos niveles de conocimiento

ciudadano sobre disposición responsable. Las universidades, como espacios de formación de capital humano y de multiplicación de prácticas sociales, tienen una responsabilidad estratégica en la transformación de estos comportamientos. Una intervención educativa exitosa en la Universidad EAN constituye un modelo replicable para otras instituciones de educación superior colombianas que enfrentan la misma brecha.

5.2. Relevancia científica y teórica

El estudio llena un vacío de conocimiento identificado en la literatura: la ausencia de diagnósticos empíricos sobre conocimiento, actitudes y comportamientos relacionados con baterías de litio en comunidades universitarias colombianas. Kollmuss y Agyeman (2002) han demostrado que este vacío limita el diseño de intervenciones efectivas y culturalmente pertinentes. El presente estudio aporta datos primarios que contribuyen a reducir esa brecha en el contexto universitario.

5.3. Utilidad metodológica

El instrumento diagnóstico diseñado y validado mediante juicio de expertos, con un índice de validez de contenido de $IVC=100$, constituye un recurso metodológico adaptable y replicable en otras instituciones de educación superior interesadas en estudiar comportamientos ambientales asociados a la disposición posconsumo de baterías de litio. Asimismo, el uso de un diseño convergente paralelo fortalece la utilidad metodológica del estudio, ya que permite recolectar y analizar de manera simultánea información cuantitativa, obtenida a través de la encuesta diagnóstica, e información cualitativa, derivada de la revisión documental normativa, institucional y académica. Posteriormente, ambos tipos de evidencia se integran en la fase de interpretación, lo que permite contrastar los resultados estadísticos con el contexto normativo y organizacional del problema. De esta manera, la operacionalización de las

dimensiones cognoscitiva, afectiva y conductual ofrece un modelo replicable para investigaciones sobre comportamiento ambiental en contextos académicos latinoamericanos.

6. Diseño Metodológico

6.1. Enfoque de la investigación

Este estudio adopta un enfoque mixto por cuanto se lleva a cabo un diseño convergente paralelo (Creswell y Creswell, 2018; Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018) en el que se recogen, en una misma fase, las informaciones cuantitativas y cualitativas y son analizadas, también, por separado e integradas posteriormente en la etapa de interpretación final del relato de investigación. Además, justificamos el diseño de investigación por el hecho de que el problema tiene dos dimensiones que no se pueden separar: (a) la dimensión cuantitativa, que da cuenta del nivel de conocimiento, actitudes y comportamientos (VD); y (b) la dimensión cualitativa, que da cuenta de los datos que ponen de manifiesto los factores de carácter institucional, normativo y cultural que explican la brecha que se ha detectado.

6.2. Alcance de la investigación

De acuerdo con (Hernández-Sampieri et al., 2014), el alcance de la presente investigación es descriptivo-correlacional, dado que busca, en primer lugar, caracterizar el estado actual del conocimiento, las actitudes y los comportamientos de los estudiantes frente a la disposición final de baterías de litio y, en segundo lugar, explorar posibles asociaciones entre las variables analizadas. Aplicado a este proyecto, se entiende así:

Es descriptivo porque permite identificar y detallar las condiciones actuales de la variable dependiente, entendida como el nivel de conocimiento, actitudes y comportamientos sobre la disposición final adecuada de baterías de litio.

Es correlacional porque explora asociaciones entre variables: si el conocimiento normativo se asocia con el comportamiento real de disposición, o si el interés por aprender predice la intención de reciclar. El alcance no es experimental: el proyecto llega hasta el diseño y validación de la propuesta de intervención, sin implementación.

El alcance no es experimental, debido a que el proyecto llega hasta el diseño y validación de la propuesta de intervención, sin implementación ni medición de efectividad en campo.

6.3. Diseño: convergente paralelo no experimental transversal

El diseño tiene tres componentes:

- Convergente paralelo: a la par que se hizo la aplicación de encuesta a estudiantes, se hizo la revisión de normas y documentos institucionales. Al final del estudio, los resultados de las dos líneas se enlazan para llegar a conclusiones más robustas.
- No es experimental por cuanto no se interviene en la realidad. El alcance se limita a observar, preguntar y proponer.
- Es transversal porque la encuesta aplicada se hace una sola vez y los resultados de la misma representan los insumos para el desarrollo del estudio, sin ejecutar nuevamente la encuesta para medir los cambios en el comportamiento de los estudiantes.

Tabla 2. Diseño convergente paralelo del estudio

Dimensión	Fase cuantitativa	Fase cualitativa
Instrumento	Encuesta diagnóstica (escala Likert)	Revisión documental

Muestra	Por conveniencia y perfilación	Documentos normativos, institucionales y académicos
Análisis	Estadística descriptiva e inferencial	Análisis temático
Integración	Triangulación en la etapa de interpretación final	Triangulación en la etapa de interpretación final

Nota. Integración mediante triangulación metodológica basada en diseño convergente paralelo (Creswell y Creswell, 2018).

7. Población, Muestra e Instrumentos

7.1. Universo y población objetivo

Universo:

El universo de estudio está conformado por la totalidad de estudiantes de la Universidad EAN, sede El Nogal en Bogotá, que utilizan en su vida académica y cotidiana dispositivos electrónicos que funcionan con baterías de litio, como teléfonos móviles, computadores portátiles, tabletas, audífonos inalámbricos y otros equipos tecnológicos de uso frecuente.

Población objetivo:

La población objetivo corresponde a los estudiantes matriculados en programas presenciales de pregrado y especialización de la Universidad EAN, sede El Nogal, durante el semestre 1-2026. Esta delimitación responde al interés de analizar prácticas y percepciones dentro de una comunidad académica que interactúa diariamente con dispositivos tecnológicos y

que, además, participa de manera presencial en los espacios institucionales donde podrían desarrollarse estrategias de sensibilización y recolección posconsumo.

De acuerdo con información suministrada por la Oficina de Registros Calificados y Acreditación de la Universidad EAN (2026), la población está conformada por un total de $N = 6.564$ estudiantes.

7.2. Técnica de muestreo y tamaño muestral

Teniendo en cuenta que la población objetivo corresponde a $N = 6.564$ estudiantes, el tamaño muestral probabilístico recomendado, bajo un nivel de confianza del 95 % y un margen de error del 5 %, sería aproximadamente de 363 participantes. No obstante, el presente estudio se desarrolló mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia y perfilación, debido a las características propias del alcance investigativo y a las condiciones reales del trabajo de campo dentro del contexto universitario (Hernández-Sampieri et al., 2014), lo anterior nos da que la población evaluada de 1.800 estudiantes se fundamenta en los reportes oficiales del Ministerio de Educación (SNIES 2024), que reflejan la matrícula activa en Bogotá. Este universo corresponde a los programas de pregrado y especialización de la Universidad EAN, seleccionados por su representatividad y pertinencia académica. Con esta delimitación, el tamaño muestral de 100 participantes resulta estadísticamente válido y metodológicamente consistente para la investigación.

La elección de este tipo de muestreo responde, en primer lugar, al carácter diagnóstico y exploratorio de la investigación. Más que realizar inferencias estadísticas exactas sobre toda la población estudiantil, el interés principal es comprender tendencias, identificar niveles de conocimiento, reconocer comportamientos frecuentes y analizar percepciones relacionadas con la disposición final de baterías de litio dentro de la comunidad académica.

Adicionalmente, se aplicó un criterio de perfilación que permitió incluir estudiantes de pregrado y especialización, garantizando la participación de los dos grupos definidos en la delimitación del estudio. Esto permitió contar con perspectivas provenientes de diferentes niveles de formación académica y enriquecer el análisis comparativo de los resultados.

Otro factor relevante corresponde a la viabilidad operativa del proceso de recolección de datos. La aplicación de la encuesta dependió de la participación voluntaria de los estudiantes durante el semestre académico 1-2026, situación que condicionó el alcance real de la muestra. Aspectos como disponibilidad de tiempo, carga académica y acceso a los canales institucionales de difusión influyeron directamente en el número de respuestas obtenidas.

En este contexto, la muestra final de $n = 100$ estudiantes se consideraron suficiente para los objetivos planteados en la investigación, especialmente porque el estudio no busca realizar generalizaciones poblacionales estrictas, sino construir un diagnóstico orientado al diseño de una propuesta de intervención educativa. Asimismo, este tamaño muestral resulta coherente con otros estudios universitarios de enfoque descriptivo-correlacional desarrollados en contextos latinoamericanos.

Desde el punto de vista metodológico, la muestra obtenida permite calcular estadísticos descriptivos, identificar patrones de comportamiento, analizar tendencias entre variables y explorar asociaciones ordinales mediante el coeficiente de correlación de Spearman (Hernández-Sampieri et al., 2014). De igual manera, posibilita realizar comparaciones entre subgrupos, particularmente entre estudiantes de pregrado y especialización, aportando información relevante para orientar futuras estrategias institucionales de educación ambiental.

Por lo tanto, los resultados del estudio deben interpretarse como un diagnóstico de tendencias y percepciones dentro de la población analizada, más que como estimaciones exactas extrapolables a la totalidad de estudiantes de la Universidad EAN.

7.3. Técnicas e instrumentos de recolección

Para el desarrollo de la investigación se utilizó como técnica principal la encuesta diagnóstica, debido a que permite recopilar información de manera rápida, estructurada y estandarizada sobre conocimientos, actitudes y comportamientos de la población objeto de estudio. Este instrumento fue diseñado con el propósito de identificar percepciones y prácticas relacionadas con la disposición final de baterías de litio en estudiantes de la Universidad EAN, sede El Nogal.

La encuesta se aplicó de forma digital mediante Microsoft Forms, utilizando la plataforma institucional de la universidad. La elección de esta modalidad respondió a criterios de accesibilidad, facilidad de difusión, rapidez en la consolidación de respuestas y optimización del proceso de recolección de datos durante el semestre académico.

El instrumento fue autoadministrado, lo que permitió que cada participante respondiera de manera autónoma y voluntaria desde cualquier dispositivo electrónico con acceso a internet. Además, se establecieron controles técnicos orientados a garantizar la calidad de la información recopilada, tales como restricción a correos institucionales, limitación de una sola respuesta por usuario y obligatoriedad de respuesta en todos los ítems.

La encuesta estuvo conformada por 13 preguntas, distribuidas en dos bloques principales: tres preguntas de caracterización sociodemográfica y diez preguntas diagnósticas orientadas a evaluar dimensiones cognitivas, afectivas y conductuales relacionadas con el manejo posconsumo de baterías de litio. El tiempo promedio de diligenciamiento fue de

aproximadamente cuatro minutos por participante, buscando favorecer una mayor tasa de respuesta y reducir la deserción durante el proceso de aplicación.

De igual manera, el instrumento fue diseñado bajo criterios de anonimato y confidencialidad. No se recopilaban datos personales de identificación, garantizando el tratamiento ético de la información y el cumplimiento de lo establecido en la Ley 1581 de 2012 sobre protección de datos personales y Habeas Data.

La Tabla 3 presenta las especificaciones técnicas del instrumento principal utilizado en la investigación.

Tabla 3. Especificaciones técnicas de la encuesta diagnóstica

Característica	Especificación
Tipo	Encuesta diagnóstica estructurada, autoadministrada
Modalidad	Digital — formulario en Microsoft Forms (plataforma institucional U. EAN)
Universo	Totalidad de estudiantes de la Universidad EAN, sede El Nogal en Bogotá, Colombia que utilizan dispositivos con baterías de litio en su vida académica y cotidiana
Población objetivo	Estudiantes matriculados en programas presenciales de pregrado y especialización en sede El Nogal, semestre 1-2026 (N = 6.564, según Registros Calificados y Acreditación, U. EAN, 2026)
Técnica de muestreo	Muestreo no probabilístico por conveniencia y perfilación. Muestra obtenida: n = 100 estudiantes que cumplieron los criterios de inclusión y respondieron voluntariamente el instrumento durante el periodo de aplicación

Justificación del tamaño muestral

Aunque para una población de 6.564 personas el tamaño muestral probabilístico recomendado sería de aproximadamente 363 participantes (con nivel de confianza del 95 % y margen de error del 5 %), el presente estudio adopta un diseño no probabilístico por conveniencia dado: (a) el carácter diagnóstico-exploratorio del estudio, cuyo objetivo es identificar perfiles y tendencias, no generalizar con precisión estadística; (b) la factibilidad operativa del semestre académico; y (c) el criterio de perfilación aplicado, que garantiza representación de los subgrupos definidos (pregrado y especialización). El tamaño n = 100 es coherente con estudios diagnósticos similares en contextos universitarios latinoamericanos

Criterios de inclusión	Matrícula activa semestre 1-2026 / Programa presencial / Sede El Nogal / Uso de dispositivos con baterías de litio / Participación voluntaria con consentimiento informado según Ley 1581 de 2012
Criterios de exclusión	Estudiantes 100 % virtuales / En práctica externa durante aplicación / Intercambio con estancia menor a un semestre / Personal administrativo
Número de preguntas	13 (3 de caracterización + 10 diagnósticas)
Duración estimada	Cuatro (4) minutos aproximados por encuestado
Anonimato	Respuestas anónimas; no se recopilan datos de identificación personal, en cumplimiento de la Ley 1581 de 2012 (Habeas Data)

Nota. RAEE = Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos. N = 6.564 según Registros Calificados y Acreditación, U. EAN, 2026.

7.4. Controles y restricciones técnicas

- Con el propósito de garantizar la calidad de la información recolectada, la confiabilidad de las respuestas y el cumplimiento de criterios éticos en el manejo de datos, durante la aplicación de la encuesta se implementaron diferentes controles y restricciones técnicas dentro de la plataforma Microsoft Forms.
- En primer lugar, el acceso al formulario fue restringido exclusivamente a correos institucionales con dominio @ean.edu.co, lo que permitió asegurar que únicamente estudiantes vinculados a la Universidad EAN pudieran participar en el estudio. Esta medida también contribuyó a disminuir el riesgo de respuestas externas o no relacionadas con la población objetivo.
- Adicionalmente, la plataforma fue configurada para permitir una sola respuesta por usuario, evitando duplicidad de registros y fortaleciendo la consistencia de la base de datos obtenida. Este control fue gestionado automáticamente por Microsoft Forms mediante autenticación institucional.
- Como parte de los criterios éticos de la investigación, el consentimiento informado se incluyó como primer ítem obligatorio del formulario. De esta manera, antes de responder la encuesta, cada participante debía aceptar voluntariamente su participación y conocer el propósito académico del estudio, el carácter anónimo de la información y el uso exclusivamente investigativo de los datos recopilados.
- Igualmente, todas las preguntas fueron configuradas como obligatorias con el fin de prevenir registros incompletos y asegurar la integridad de la información para el posterior análisis estadístico y descriptivo.
- La aplicación se desarrolló bajo condiciones de anonimato. El instrumento no solicitó nombres, números de identificación, direcciones, geolocalización ni ningún otro dato

personal que permitiera individualizar a los participantes. Esta decisión buscó promover respuestas más honestas y reducir posibles sesgos asociados a la percepción de seguimiento o evaluación institucional.

- Finalmente, la información recolectada quedó almacenada en los servidores institucionales de Microsoft 365 utilizados por la Universidad EAN, garantizando condiciones adecuadas de seguridad digital, respaldo de la información y acceso controlado únicamente por el equipo investigador. La operacionalización de variables permitió traducir los conceptos teóricos del estudio en elementos medibles y observables dentro del instrumento diagnóstico aplicado a los estudiantes de la Universidad EAN. Este proceso fue fundamental para establecer una conexión clara entre los objetivos de la investigación, las dimensiones analizadas y las preguntas incluidas en la encuesta.

8. Variables y Operacionalización

La operacionalización de variables constituye una etapa fundamental dentro del diseño metodológico de la investigación, ya que permite traducir conceptos teóricos en elementos observables y medibles a través del instrumento de recolección de datos. En este estudio, las variables fueron estructuradas con el propósito de identificar tanto las condiciones actuales de conocimiento y comportamiento de los estudiantes frente a la disposición final de baterías de litio, como los elementos necesarios para diseñar una estrategia educativa ajustada a sus características y preferencias.

La investigación contempla dos variables principales. La primera corresponde a la variable independiente (VI), denominada *estrategia educativa basada en mediación tecnológica interactiva*, entendida como un conjunto de acciones pedagógicas apoyadas en herramientas digitales, contenidos interactivos y dinámicas de participación orientadas a fortalecer prácticas

ambientales responsables dentro de la comunidad universitaria. Esta variable se construye a partir de las preferencias manifestadas por los estudiantes respecto a canales de aprendizaje y frecuencia esperada de uso.

La segunda corresponde a la variable dependiente (VD), relacionada con el nivel de conocimiento, actitudes y comportamientos sobre la disposición final de baterías de litio. Esta variable busca identificar cómo los estudiantes comprenden el tema, qué percepción tienen frente al impacto ambiental y cuáles son sus prácticas reales de disposición posconsumo.

Para facilitar el análisis, ambas variables fueron divididas en dimensiones e indicadores específicos, los cuales posteriormente se relacionaron con preguntas concretas dentro de la encuesta diagnóstica y con sus respectivas escalas de medición. Este proceso permitió garantizar coherencia entre los objetivos de investigación, el instrumento aplicado y el análisis de resultados.

La Tabla 4 presenta la ruta completa de operacionalización de las variables utilizadas en el estudio.

Tabla 4. Operacionalización de variables: ruta completa

Variable	Estrategia educativa	
	basada en	
	mediación	Nivel de conocimiento, actitudes y comportamientos sobre disposición final de
	tecnológica	baterías de litio
	interactiva	
Tipo	Independiente (VI)	Dependiente (VD)

Definición conceptual	Conjunto de acciones pedagógicas planificadas que utilizan herramientas tecnológicas e interactivas —como gamificación, plataformas digitales y contenidos dinámicos— para fortalecer conocimientos, actitudes y comportamientos ambientales responsables (Kollmuss y Agyeman, 2002; Nousheen et al., 2020)	Estado cognitivo, afectivo y conductual del individuo frente a la gestión posconsumo de baterías de litio, influenciado por factores informativos, normativos e institucionales (Hernández-Sampieri et al., 2014; Braun y Clarke, 2006)
Definición operacional	Propuesta de intervención educativa diseñada con base en los resultados del diagnóstico; incluye lineamientos sobre canales de difusión, contenidos y frecuencia de uso	Resultados obtenidos por los participantes en las dimensiones cognoscitiva, afectiva y conductual del instrumento diagnóstico

	según las preferencias estudiantiles									
Dimensión	Canal preferido de aprendizaje	Frecuencia de uso esperada	Cognoscitiva	Cognoscitiva — aplicada	Cognoscitiva — normativa	Conductual	Afectiva — interés	Afectiva — motivación	Afectiva — responsabilidad	Intención conductual
Indicador	Tipo de medio seleccionado (app, redes sociales, LMS, correo, webinar)	Periodicidad de uso declarada de la herramienta educativa	Nivel de conocimiento declarativo sobre baterías de litio y su disposición	Conocimiento sobre el procedimiento correcto de disposición	Conocimiento de la regulación colombiana vigente	Comportamiento actual de disposición de baterías usadas	Interés declarado por aprender sobre reciclaje de baterías	Factor motivacional predomina para reciclar	Sentido de responsabilidad ambiental como estudiante EAN	Intención de usar puntos de recolección de habilidades
Ítem encuesta	P8	P9	P1	P2	P3	P4	P5	P7	P10	P6
Escala	Nominal / selección múltiple	Ordinal	Ordinal (4 niveles)	Ordinal (4 niveles)	Ordinal (4 niveles)	Nominal (4 opciones)	Likert 1-5	Nominal (4 opciones)	Likert 1-5	Ordinal (4 niveles)

Nota. VI = Variable Independiente; VD = Variable Dependiente. Las definiciones conceptuales se sustentan en los aportes teóricos de Anja Kollmuss y Julian Agyeman (2002), así como en los planteamientos metodológicos de Roberto Hernández-Sampieri et al. (2014) y Virginia Braun y Victoria Clarke (2006).

8.1. Hipótesis de asociación

Con el propósito de identificar posibles relaciones entre las variables analizadas en la investigación, se formularon hipótesis de asociación que serán examinadas mediante el coeficiente de correlación de Spearman. Este coeficiente resulta pertinente debido a que gran parte de las variables del estudio se encuentran medidas en escalas ordinales y porque el alcance metodológico definido es de tipo descriptivo-correlacional.

A través de estas hipótesis se busca explorar si factores como el nivel de conocimiento, el interés por aprender o el sentido de responsabilidad ambiental guardan relación con los comportamientos reales de disposición de baterías de litio y con la intención de participar en estrategias de reciclaje dentro de la universidad.

Es importante señalar que las hipótesis planteadas tienen un carácter exploratorio, por lo que no pretenden establecer relaciones de causalidad directa, sino identificar tendencias y asociaciones relevantes que permitan orientar el diseño de la propuesta educativa y comprender mejor el comportamiento ambiental de la población estudiada.

La Tabla 5 presenta las hipótesis de asociación consideradas en la investigación y la dirección esperada de las correlaciones.

Tabla 5. Hipótesis de asociación y correlaciones de Spearman esperadas

H	Variable X (independiente)	Variable Y (dependiente)	Dirección esperada (Spearman)
H1	Conocimiento declarativo (P1)	Comportamiento de disposición (P4)	Se espera una correlación positiva moderada ($\rho > 0,30$), lo que indicaría que un mayor nivel de

conocimiento sobre baterías de litio se relaciona con prácticas de disposición más adecuadas.

H2	Conocimiento normativo (P3)	Comportamiento de disposición (P4)	Se espera una correlación positiva moderada (ρ
			> 0,30), ya que los estudiantes que conocen la normativa ambiental vigente tenderían a adoptar comportamientos de disposición más responsables.
H3	Interés por aprender (P5)	Intención de usar punto de recolección (P6)	Se espera una correlación positiva alta (ρ >
			0,50), lo que sugeriría que un mayor interés por aprender sobre reciclaje incrementa la intención de utilizar puntos de recolección institucionales.
H4	Sentido de responsabilidad ambiental (P10)	Comportamiento de disposición (P4)	Se espera una correlación positiva moderada (ρ
			> 0,30), indicando que una mayor percepción de responsabilidad ambiental se asocia con conductas más responsables frente al manejo posconsumo de baterías.

Nota. H = hipótesis; ρ = coeficiente de correlación de Spearman. Todas las hipótesis formuladas tienen carácter exploratorio y son coherentes con el alcance descriptivo-correlacional del estudio.

9. Validación del Instrumento

9.1. Proceso de validación por juicio de expertos

Antes de la aplicación definitiva de la encuesta diagnóstica, se realizó un proceso de validación de contenido mediante juicio de expertos, con el propósito de garantizar que el

instrumento fuera pertinente, comprensible y coherente con los objetivos de la investigación. Este procedimiento permitió revisar la calidad metodológica de las preguntas y asegurar que los ítems realmente evaluaran las dimensiones planteadas en el estudio, siguiendo las orientaciones metodológicas propuestas (**Escobar-Pérez & Cuervo-Martínez, 2008**).

En el proceso participaron cinco expertos con formación y experiencia en áreas relacionadas con sostenibilidad, investigación y gestión ambiental, buscando integrar diferentes perspectivas técnicas y académicas. Los perfiles seleccionados fueron los siguientes:

- Biólogo con experiencia en gestión ambiental y manejo de residuos peligrosos.
- Magíster en Gerencia de Proyectos, con experiencia en evaluación y validación metodológica.
- Magíster en Responsabilidad Social y Sostenibilidad, con enfoque en educación ambiental.
- Especialista en Gestión Ambiental Urbana, con experiencia en normativa RAEE colombiana.
- Docente universitario con experiencia en diseño de instrumentos de investigación en ciencias sociales.

Cada experto evaluó el instrumento a partir de cuatro criterios fundamentales: pertinencia, claridad, suficiencia y relevancia. Para ello se utilizó una escala ordinal de cuatro niveles, donde 1 correspondía a “No cumple”, 2 a “Bajo”, 3 a “Moderado” y 4 a “Alto”.

Posteriormente, se calculó el Índice de Validez de Contenido (IVC) propuesto por Charles H. Lawshe (1975), adaptado a la escala utilizada en el estudio. Para este cálculo se consideró que un ítem cumplía adecuadamente cuando obtenía una valoración igual o superior a 3. De acuerdo con los criterios metodológicos establecidos para cinco expertos evaluadores, el valor

mínimo aceptable de IVC corresponde a 0,60, según lo planteado por Escobar-Pérez y Cuervo-Martínez (2008).

La Tabla 6 presenta los resultados obtenidos durante el proceso de validación.

Tabla 6. Resultados de la validación por juicio de expertos e IVC por criterio.

Criterio evaluado	E1	E2	E3	E4	E5	IVC
Pertinencia del instrumento frente a los objetivos	4	4	4	4	4	1.00
Claridad y comprensibilidad de los enunciados	4	4	3	4	3	1.00
Suficiencia de los elementos del instrumento	4	4	4	4	4	1.00
Relevancia de la información recolectada	4	4	4	4	4	1.00

Nota. E1–E5 = Expertos 1 a 5. Escala: 1 = No cumple, 2 = Bajo, 3 = Moderado, 4 = Alto. IVC mínimo aceptable con cinco expertos = 0,60. $IVC = n(\geq 3)/N$ total.

Los resultados evidencian que los cuatro criterios evaluados alcanzaron un Índice de Validez de Contenido de 1,00, superando ampliamente el valor mínimo requerido. Esto indica que el instrumento presenta una alta validez de contenido y que las preguntas diseñadas son consideradas adecuadas para medir las dimensiones establecidas en la investigación.

Aunque los resultados fueron ampliamente favorables, algunos expertos realizaron observaciones orientadas a mejorar la claridad de ciertos enunciados y opciones de respuesta. En particular, los expertos E3 y E5 sugirieron ajustes de redacción en las preguntas P4 y P6, recomendaciones que fueron incorporadas en la versión final del instrumento antes de su aplicación definitiva.

10. Procedimiento de Recolección de Datos

El proceso de recolección de datos se desarrolló de manera organizada y secuencial, con el fin de garantizar la calidad de la información obtenida y asegurar el cumplimiento de los criterios metodológicos definidos para la investigación. Para ello, se estructuraron cuatro fases principales que abarcaron desde la preparación del instrumento hasta la depuración final de la base de datos.

Cada fase tuvo actividades específicas orientadas a fortalecer la confiabilidad del proceso, facilitar la participación voluntaria de los estudiantes y asegurar que la información recopilada fuera pertinente para el análisis posterior. Además, la organización por etapas permitió mantener un control sobre el desarrollo del trabajo de campo y realizar seguimiento continuo al comportamiento de las respuestas obtenidas durante la aplicación de la encuesta.

La recolección de datos se realizó durante el semestre académico 1-2026, utilizando medios digitales institucionales y garantizando condiciones de anonimato, acceso controlado y participación voluntaria de los estudiantes.

La Tabla 7 presenta las fases desarrolladas durante el procedimiento de recolección de datos.

Tabla 7. Fases del procedimiento de recolección de datos

Fase	Semana	Actividad	Descripción	Responsable
Fase 1	Semana 1	Preparación	Diseño definitivo del instrumento de investigación. Revisión técnica y metodológica de la encuesta, incorporación de ajustes derivados del proceso de validación por	Equipo investigador y expertos (IVC)

expertos y configuración del formulario en Microsoft Forms, incluyendo criterios de anonimato, consentimiento informado y controles de acceso institucional.

			Divulgación del enlace de la encuesta a través de canales académicos e institucionales de la Universidad	
Fase 2	Semana 2	Socialización y difusión	EAN. En esta etapa se informó a los participantes sobre el propósito de la investigación, la duración aproximada del formulario y el carácter voluntario de la participación.	Equipo investigador
Fase 3	Semanas 2–3	Aplicación	Aplicación digital de la encuesta durante un periodo aproximado de 10 a 14 días. Durante esta fase los estudiantes diligenciaron el instrumento de manera autónoma, mientras el equipo investigador realizó seguimiento al número de respuestas y monitoreo del funcionamiento del formulario.	Estudiantes encuestados / Equipo investigador
Fase 4	Semana 4	Cierre y verificación	Cierre oficial del formulario y descarga de la base de datos consolidada. Posteriormente se	Equipo investigador

realizó la verificación de criterios de inclusión, revisión de consistencia de respuestas y depuración de registros para el análisis estadístico y descriptivo posterior.

Nota. Las fases del procedimiento fueron desarrolladas de manera secuencial. La etapa de aplicación se extendió entre 10 y 14 días con el fin de favorecer la participación voluntaria de los estudiantes y aumentar el alcance de la muestra dentro del criterio de conveniencia establecido para la investigación.

11. Plan de Análisis de Datos

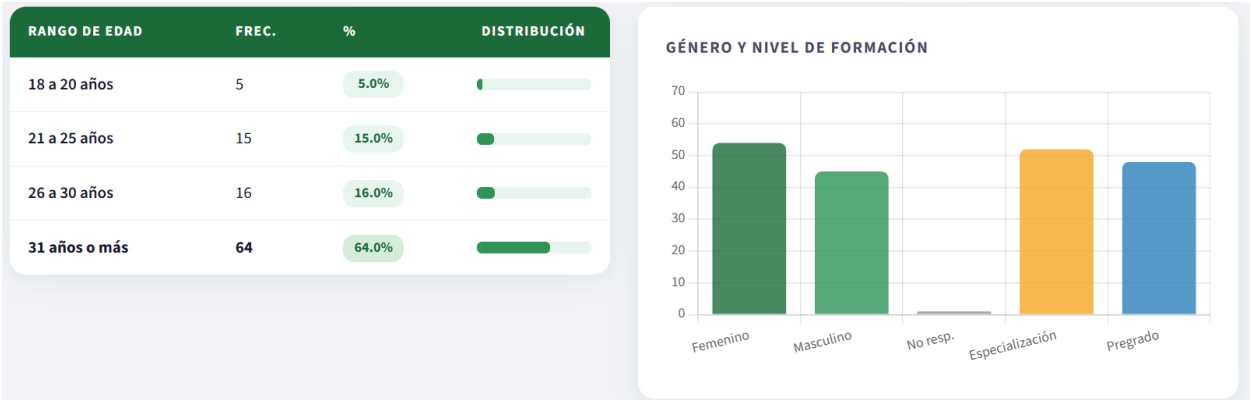
A continuación, vamos a detallar el análisis de cada una de las respuestas dadas por los estudiantes encuestados, así que se informaran los diferentes hallazgos de acuerdo con las preguntas y sus resultados.

11.1. Perfil sociodemográfico:

- La población total encuestada fue: 100 estudiantes
- El género que se identificó en la encuesta es: 54 % femenino y 46 % masculino (Predomina el femenino)
- El rango de edades mayoritario identificado en los resultados son: 64 % mayor a 31 años
- Los encuestados que participaron en la encuesta cuentan con un nivel de formación: 52 % especialización y 48 % en pregrado.

En la ilustración que se encuentra a continuación se detalla visualmente cual es el perfil de los encuestados donde de manera general se identifica mayor participación del género femenino y destacan que el nivel de formación es especialización.

Ilustración 1. Estadísticas perfil sociodemográfico



11.2. Nivel de Conocimiento sobre Baterías de Litio:

Mediante el instrumento se definieron tres dimensiones evaluadas: conocimiento conceptual, disposición correcta y normativa vigente

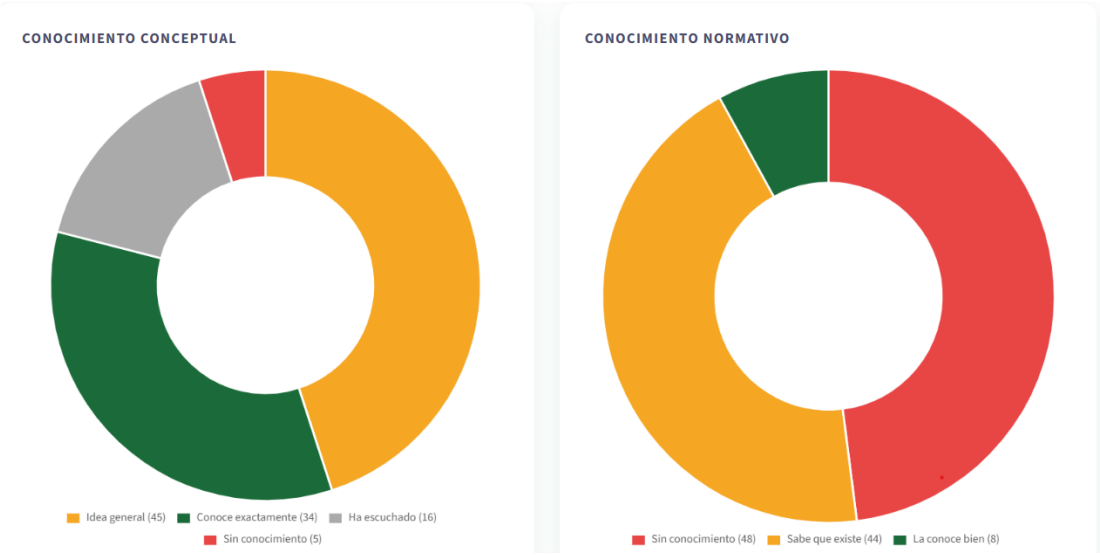
Ilustración 2. Estadística en conocimiento

2.1 CONOCIMIENTO CONCEPTUAL: ¿SABE QUE ES UNA BATERÍA DE LITIO?			
RESPUESTA	FREC. ABSOLUTA	% RELATIVO	DISTRIBUCIÓN
Tengo una idea general, pero no del todo seguro/a	45	45.0%	
Sí, conozco exactamente qué es y en qué dispositivos se usa	34	34.0%	
He escuchado el término pero no tengo claridad	16	16.0%	
No tengo conocimiento sobre el tema	5	5.0%	
TOTAL	100	100%	

2.2 CONOCIMIENTO SOBRE DISPOSICIÓN CORRECTA: ¿QUÉ DEBERÍA HACERSE CON LA BATERÍA?			
RESPUESTA	FREC. ABSOLUTA	% RELATIVO	DISTRIBUCIÓN
Llevarla a punto de recolección especializado	87	87.0%	
No sé cuál es la forma correcta de disponerla	9	9.0%	
Guardarla en casa sin conocer el procedimiento	2	2.0%	
Depositarla en la basura ordinaria	2	2.0%	
TOTAL	100	100%	

2.3 CONOCIMIENTO NORMATIVO: ¿CONOCE NORMAS COLOMBIANAS SOBRE DISPOSICIÓN DE BATERÍAS?			
RESPUESTA	FREC. ABSOLUTA	% RELATIVO	DISTRIBUCIÓN
No sabía que existía ninguna regulación	48	48.0%	
Sé que existe regulación, pero no la conozco en detalle	44	44.0%	
Sí, conozco la norma y sé qué me exige	8	8.0%	
TOTAL	100	100%	

Ilustración 3. Diagrama de conocimiento



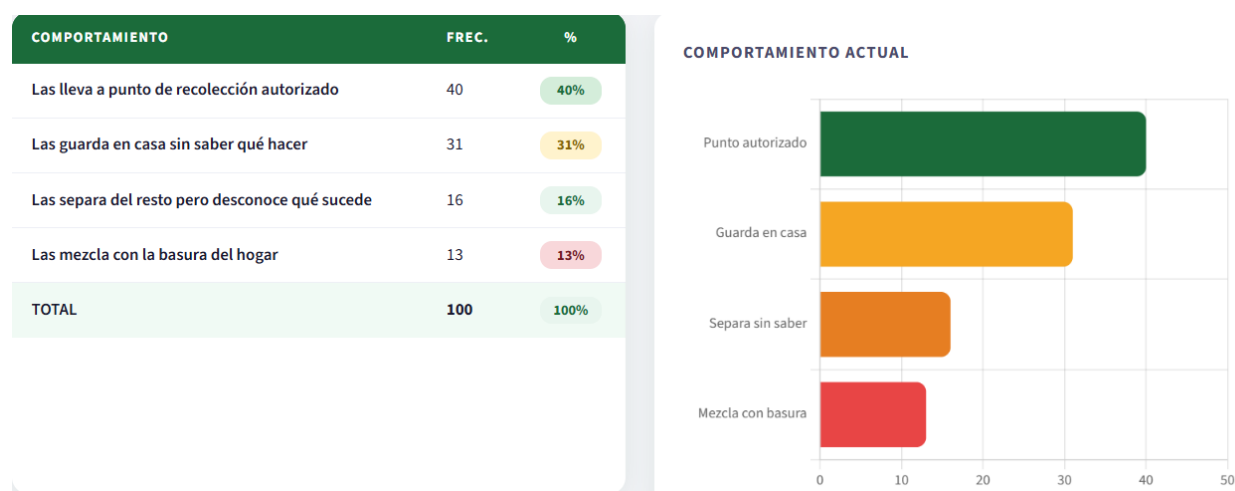
De acuerdo con los resultados vemos un nivel medio de conocimiento conceptual sobre las baterías de litio, ya que el 45% de los encuestados informa que tiene una idea general pero el 34% sabe exactamente que son, en lo que concluimos que la base es bastante sólida.

Adicionalmente el 87% reconoce que este tipo de elementos deben llevarse a puntos de recolección especializado, con lo que destacamos que hay conciencia ambiental.

11.3. Comportamiento Actual de Disposición

En este aparte se grafican las respuestas de los encuestados con relación a la pregunta: ¿Qué hace habitualmente con las baterías cuando ya no sirven?

Ilustración 4. Grafica de comportamiento

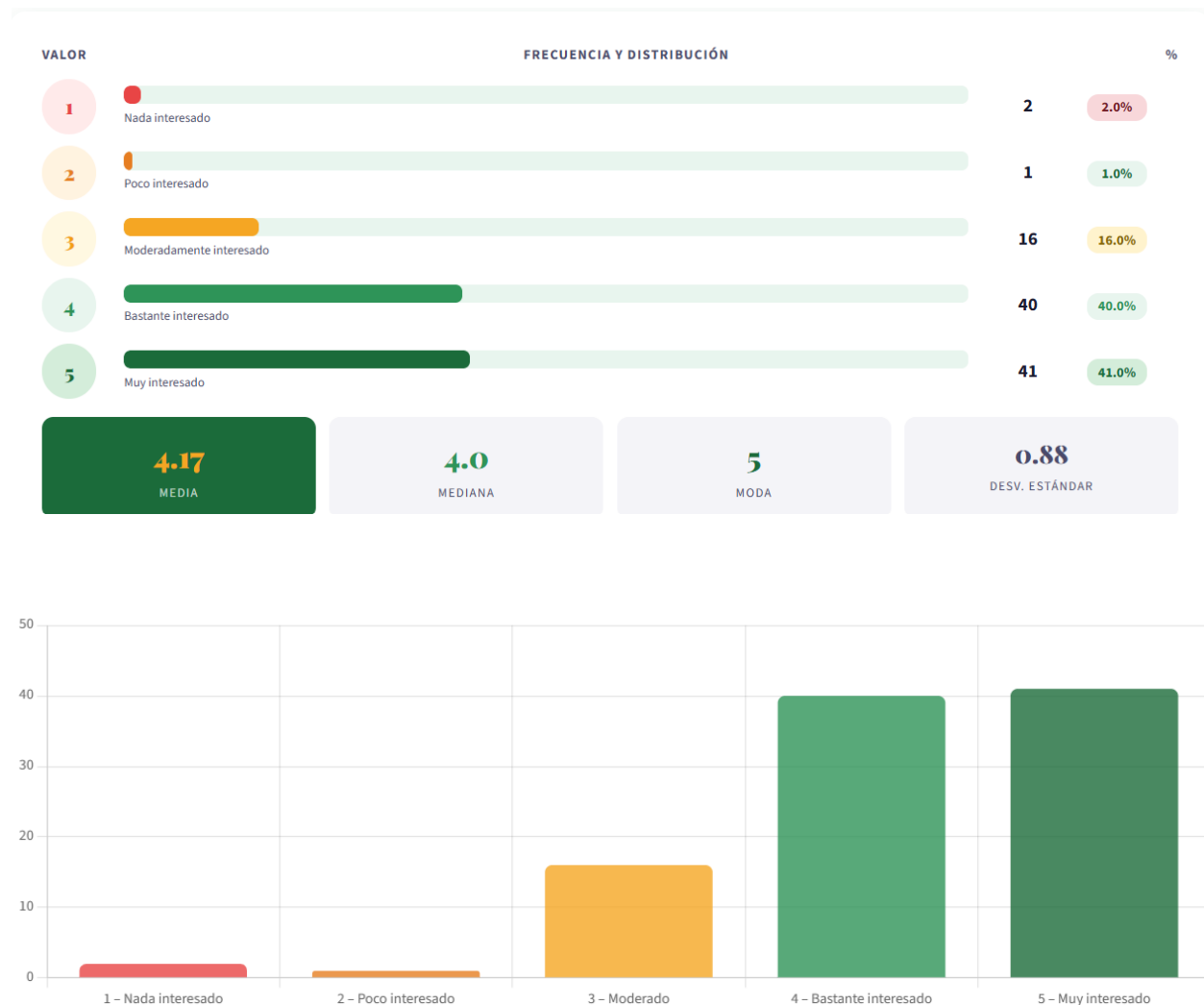


Al realizar el análisis de los resultados evidenciamos que los encuestados actualmente tiene una actividad ambiental responsable considerando que es el 40% de la población quienes llevan las baterías de litio a puntos autorizados para la recolección; aun así nos genera preocupación que el 31% de los encuestados aún no sabe como proceder con este tipo de baterías y las guarda en casa lo que es un riesgo de salud y ambiental alto.

11.4. Intención de Aprender – Escala Likert (1 a 5)

En el instrumento este aparte está plasmado en la siguiente pregunta: ¿Qué tanto le interesa aprender más sobre el impacto ambiental de las baterías y cómo reciclarlas?

Ilustración 5. Frecuencia y distribución



Las graficas y tablas anteriores nos reflejan que la población encuestada tiene alta disposición e interés de aprender sobre baterías de litio dado a que el 81% de los encuestados respondió que está bastante o muy interesado.

Se identifica en la tendencia una puntuación siendo la media de 4.17 siendo un promedio entre bastante y mucho interés de aprender, la mediana de 4 donde la mitad de los encuestados tuvieron respuesta de bastante interés, la moda es 5- muy interesado siendo esta la respuesta más común en los encuestados. Finalmente, se concluyo que al ser la desviación

estándar de 0.88 hay una baja dispersión y por el contrario hay alta consistencia en las percepciones favorables

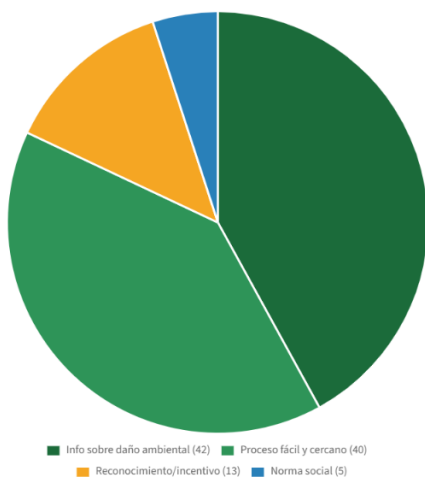
11.5. Intención de Reciclar y Motivadores.

El instrumento en este aparte hace referencia a estas dos preguntas: ¿Usaría un punto de recolección de la U. EAN? Y ¿Qué lo motivaría?.

Ilustración 6. Intención de usar punto de recolección

INTENCIÓN DE USAR PUNTO DE RECOLECCIÓN	FREC.	%
Sí, definitivamente lo usaría desde ya	55	55%
Probablemente sí, si el proceso es sencillo	43	43%
Dependería de los incentivos	1	1%
Probablemente no	1	1%
TOTAL	100	100%

MOTIVADORES PARA RECICLAR

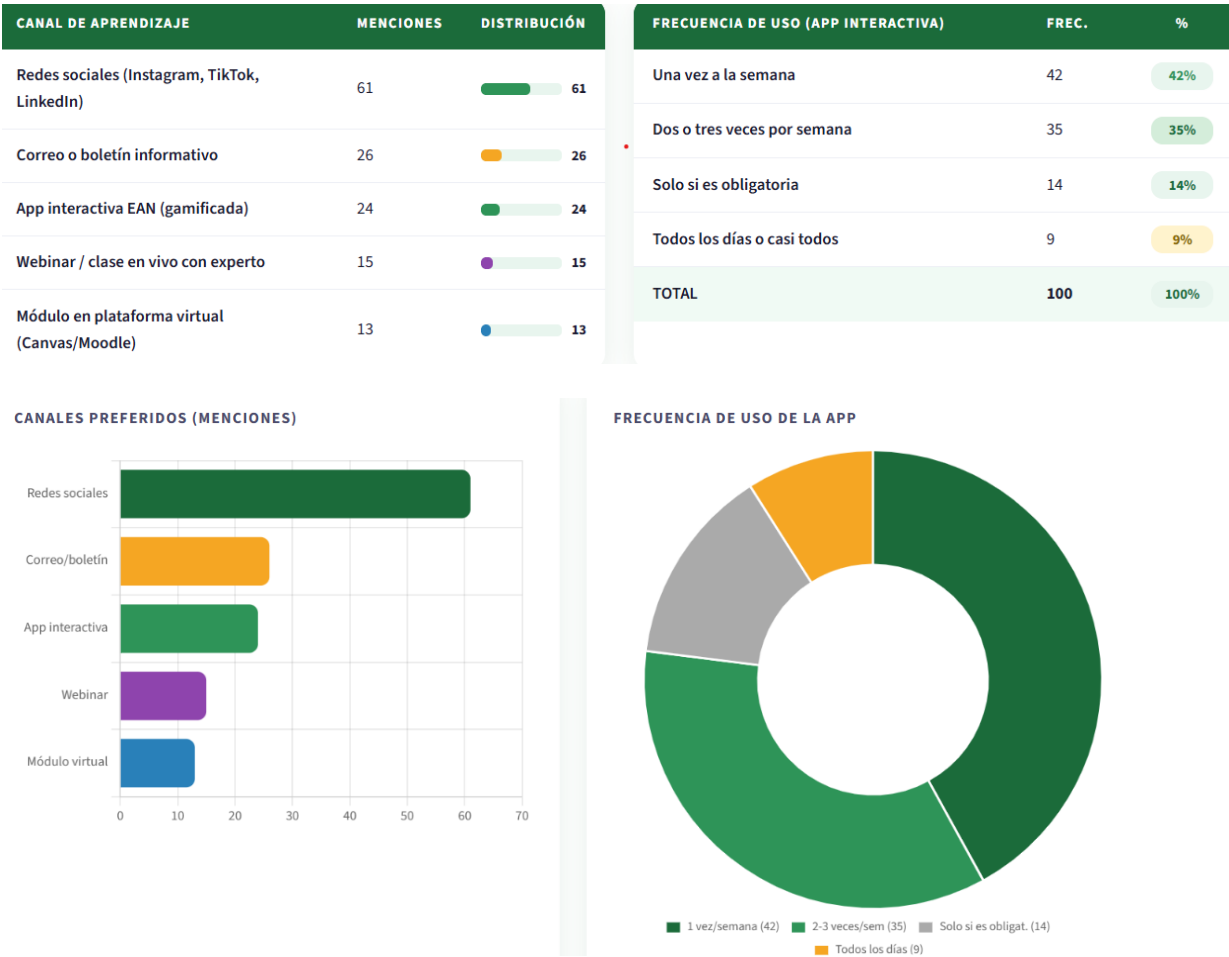


En las gráficas anteriores vemos el 98% de los estudiantes encuestados informa que usaría el punto de recolección, esto nos da como conclusión que los encuestados tiene una actitud positiva y están dispuestos a realizar una acción ambiental; también se destaca que los motivadores a llevarlos a la acción de disposición final correcta esta alineado a la información sobre el daño ambiental y a contar con facilidad durante este proceso lo que nos representa un 82%.

11.6. Canales Preferidos de Aprendizaje y Frecuencia de Uso

A continuación se informan los resultados de este segmento de las preguntas alusivas.

Ilustración 7. Datos estadísticos de canales preferidos



Al analizar los resultados vemos que los encuestados tienen una preferencia por canales digitales y dinámicos para realizar el aprendizaje, allí se destaca redes sociales con una coincidencia de 61 encuestados, le sigue correo o boletín informativo con 26 y después identificamos la app interactiva con 24, con lo que concluimos que los estudiantes prefieren formatos breves, visuales y accesibles. Adicionalmente se preguntó la frecuencia de uso en caso de ser una app interactiva y el resultado que destaco con 77% de conciencia es que la utilizarían al menos una vez por semana (42 % una vez y 35 % dos o tres veces).

11.7. Síntesis de Hallazgos e Interpretación Académica:

- Brecha entre conocimiento y normatividad: Aunque identificamos que el 92% de los encuestados coincide en que conoce la forma correcta de disponer las baterías de litio, y el 8% identifica claramente la normatividad colombiana vigente (Ley 1672 de 2013 y decretos reglamentarios). Esto nos permite identificar que hay una desconexión entre el saber práctico y el marco legal, lo que nos permite concluir que se requiere fortalecer la educación ambiental con enfoque normativo (Congreso de Colombia, 2013).
- Brecha entre actitud y conducta: Vemos que en la respuesta de los encuestados hay una diferencia entre la intención de reciclar (98%) y la práctica real (60% con disposición inadecuada), refleja que el acceso, la facilidad y cercanía de los puntos disponibles para la recolección de las baterías de litio son factores decisivos. Y rescatamos que la principal motivación para la población muestral es recibir información sobre el daño ambiental que se evita (42%), lo que resalta el valor de la sensibilización de estos temas ambientales.(Kollmuss & Agyeman, 2002)

- Predominio de Canal digital: Los encuestados expresan sus preferencias de aprender donde las redes sociales es lo más mencionado con 61 coincidencias, donde este patrón refleja que la estrategia adecuada para impactar esta problemática y lograr conectar a los estudiantes y promover cambios sostenibles esta direccionado a herramientas digitales interactivas.
- Alta disposición de aprendizaje de los encuestados: Mediante los resultados de identifica que la disposición de aprender se encuentra concentrada en las opciones de bastante interesado y muy interesado siendo esto la media estadística, y adicionalmente refleja una dispersión de 0.88 a que los estudiantes se ubican en los niveles más altos de interés. Dado lo anterior concluimos que los estudiantes encuestados están entusiasmados por estos temas y adicionalmente reflejan apertura al cambio lo que es positivo.

12. Conclusiones Preliminares

12.1. Resultados del diagnóstico

El instrumento fue diseñado, validado y aplicado en su totalidad, dando cumplimiento a los criterios metodológicos y pertinencia académica. Se realizó la recopilación de una población de 100 encuestados válidas mediante muestreo no probabilístico por conveniencia y perfilación, cubriendo estudiantes de pregrado de un 48% y de especialización con un 52% de la Universidad EAN en la sede El Nogal. Esta distribución plasma con exactitud la estructura de matrícula activa de la universidad, donde los programas de pregrado mantienen una base extensa de formación profesional y las especializaciones agrupan un segmento de profesionales en ejercicio con mayor madurez académica.

En el análisis de los resultados el 64 % de los encuestados tiene 31 años o más y el 54 % corresponde al género femenino, lo que coincide con el perfil reportado por el Ministerio de Educación Nacional (SNIES, 2024) para las instituciones de educación superior en Bogotá. En dicho reporte, los programas de especialización universitaria representan el 24 % de la matrícula total (2.495 estudiantes), caracterizados por una población predominantemente adulta y profesional, mientras que los programas universitarios de pregrado concentran el 38 % de la matrícula (3.642 estudiantes), conformados por jóvenes en proceso de formación y consolidación de competencias básicas.

La distribución mencionada anteriormente refleja la estructura académica de la Universidad EAN, donde los programas de pregrado y especialización son los niveles más representativos de la matrícula activa, enfocándonos en la sede El Nogal. Adicionalmente, vemos que la composición demográfica de la encuesta donde la mayoría es femenina y el rango de edades es coherente con el perfil institucional y regional, lo que sustenta la validez externa del instrumento aplicado y permite interpretar los resultados como representativos del comportamiento académico y actitudinal de ambos grupos. A continuación se presentan los hallazgos por dimensión de la variable dependiente.

1. Dimensión cognoscitiva: Respecto al conocimiento conceptual (Pregunta 1), vemos que el 45 % de los estudiantes declara tener una idea general sin certeza plena, y solo el 34% afirma conocer con exactitud qué es una batería de litio y en qué dispositivos se usa. El 16% ha escuchado el término sin comprender su significado, y el 5 % no tiene ningún conocimiento. En cuanto al conocimiento sobre disposición correcta (Pregunta 2), el 87% identifica correctamente que la batería debe llevarse a un punto de recolección especializado, aunque el 13% restante desconoce el procedimiento o adopta prácticas inadecuadas. El conocimiento normativo (Pregunta 3) presenta la brecha más crítica: el 48% no sabía que existía ninguna regulación, el

44% sabe que existe pero no la conoce en detalle, y únicamente el 8 % conoce la norma y lo que le exige como ciudadano. En conjunto, el nivel de conocimiento declarativo es superficial e incompleto, con una brecha especialmente pronunciada en la dimensión normativa.

2. Dimensión conductual: El comportamiento actual de disposición (Pregunta 4) revela una brecha conocimiento y la acción de alta relevancia, aunque el 87% sabe teóricamente que debe llevar la batería a un punto especializado para hacer su disposición final, solo el 40% lo hace efectivamente. El 60% restante de los encuestados tiene comportamientos inadecuados: el 31% guarda las baterías en casa sin saber qué hacer, el 16% las separa del resto de la basura sin conocer su destino final, y el 13% las mezcla directamente con los residuos del hogar. Evidenciamos la diferencia entre conocimiento declarado y conducta real confirma el planteamiento del problema y justifica el diseño de una intervención educativa que traslade el conocimiento a la acción.
3. Dimensión afectiva. La intención de aprender (Pregunta 5) muestra una disposición marcadamente positiva: Una media de 4.17, lo que corresponde a bastante interés y mucho interés (Desviación Estándar de 0.88). El 81% de los participantes se ubicó en los niveles 4 o 5 (a bastante interés y mucho interés), y solo el 3% reportó niveles bajos de interés (1–2). La baja dispersión de las encuestas indica homogeneidad en las respuestas: la comunidad estudiantil EAN constituye un grupo receptivo y óptimo para intervenciones educativas en sostenibilidad ambiental. Respecto a la intención de reciclar (Pregunta 6), el 98% manifestó intención positiva de usar un punto de recolección universitario: el 55% lo usaría definitivamente desde ya, y el 43% probablemente sí si el proceso es sencillo y cercano. Solo el 2% expresó intención negativa o dependiente de incentivos. Este hallazgo es crítico: la barrera no es la

intención, sino la facilitación del proceso. En cuanto a los motivadores (Pregunta 7), el 42% prioriza recibir información sobre el daño ambiental que evita al reciclar, el 40% valora que el proceso sea fácil y cercano, el 13% se ubicaría por reconocimientos institucionales, y el 5% por la norma social del grupo.

4. Dimensión de canal preferido de aprendizaje. Las redes sociales institucionales como lo es: Instagram, TikTok, LinkedIn, lideran con 61 coincidencias en su respuesta, seguidas por correo o boletín informativo (26 votos), app interactiva gamificada (24 votos), webinar con experto (15 votos) y módulo en plataforma virtual (13 votos). Respecto a la frecuencia de uso de una app interactiva enfocada en un escenario opcional los encuestados informaron (Pregunta 9) que el 42% la usaría una vez a la semana, el 35% dos o tres veces por semana, el 14% solo si es obligatoria, y el 9% todos los días. Dado lo anterior vemos que la combinación de redes sociales y app gamificada que concentra el 85 % de las menciones prioritarias indica que las estrategias digitales interactivas tienen el mayor potencial de alcance e impacto en esta comunidad.

12.1.1. Análisis documental (OE2): Al realizar la revisión documental de la Resolución 1297 de 2010, la Ley 1672 de 2013 y el Plan de Desarrollo Institucional EAN 2023-2027 se identifica la existencia de un marco normativo claro que no se convierte en conocimiento ni en comportamiento estudiantil. El dato de que el 92% conoce teóricamente la disposición correcta pero solo el 8% conoce la normativa vigente evidencia un vacío regulatorio en la percepción ciudadana que debe abordarse en los programas de educación ambiental universitaria (Congreso de Colombia, 2013; Ministerio de Ambiente, 2010).

12.1.2. Diseño de la intervención (OE3): Los resultados del diagnóstico aportan los insumos para los lineamientos de la propuesta educativa. El canal principal son las redes

sociales institucionales de uso semanal. El motivador que destaca estará dado en recibir información sobre el daño ambiental evitado 42% orienta el enfoque de contenidos hacia la concientización sobre impacto, antes que hacia el incentivo o la obligatoriedad.

12.1.3. Validación (OE4): La validación por juicio de cinco expertos que se realizó dio como resultado el IVC = 1,00 en todos los criterios del instrumento diagnóstico, confirmando su pertinencia, claridad, suficiencia y relevancia. La validación de la propuesta de intervención (OE4 completo) se realizará en la siguiente fase del proyecto.

12.2. Articulación con la literatura previa

Los hallazgos empíricos del diagnóstico se correlacionan de manera consistente con la literatura revisada. La brecha conocimiento acción documentada (87% sabe cómo disponer correctamente vs. 40% que efectivamente lo hace) repercute en el patrón descrito por Kollmuss y Agyeman (2002), quienes identificaron que el conocimiento ambiental es condición necesaria pero no suficiente para generar comportamiento pro-ambiental. Esta brecha es explicada en parte por los factores de acceso y facilitación del proceso, lo cual es coherente con que el 40 % de los motivadores apunte a la facilidad y cercanía del punto de recolección. La alta intención de aprendizaje (Mediana = 4/5 “bastante intención y mucha intención”) y la alta intención de reciclaje (98% coincidencias) confirman las conclusiones de Nousheen et al. (2020), quienes demostraron que las comunidades universitarias con alta disposición actitudinal responden favorablemente a intervenciones educativas estructuradas. La preferencia dominante por redes sociales como canal de aprendizaje (61 encuestados alineados) es coherente con el perfil de la muestra: adultos jóvenes y adultos mayores de 31 años con alta exposición a plataformas digitales en su vida académica y profesional. Finalmente, el bajo conocimiento normativo (8% conoce la Resolución 1297 y la Ley 1672) confirma el vacío regulatorio en la percepción

ciudadana identificado en el análisis documental (Congreso de Colombia, 2013; Ministerio de Ambiente, 2010).

12.3. Limitaciones del estudio

- Tamaño y representatividad muestral: la muestra de $n = 100$ obtenida por conveniencia no permite generalizaciones estadísticas a la totalidad de la población ($N = 6.564$). Los resultados son válidos como diagnóstico de tendencias y orientación del diseño de la intervención, no como estimaciones poblacionales exactas.
- Sesgo de deseabilidad social: las respuestas sobre comportamiento actual de disposición (Pregunta 4) pueden estar sobreestimadas, dado que los estudiantes tienden a reportar conductas socialmente aceptadas. La brecha real entre conocimiento y acción podría ser aún mayor que la documentada (87% vs. 40%).
- Diseño no experimental: el proyecto diseña y valida la propuesta de intervención, pero no la implementa ni mide resultados post-intervención. La eficacia real de la estrategia educativa sobre el comportamiento de disposición será objeto de una investigación futura con diseño cuasi-experimental.
- Alcance temporal: el estudio se circunscribe al semestre 1-2026 y no captura variaciones estacionales en los patrones de generación y disposición de residuos electrónicos, que pueden ser significativas en periodos de mayor renovación tecnológica estudiantil.

13. Recomendaciones:

a. Fortalecer la educación normativa

- Incluir módulos informativos sobre la *Ley 1672 de 2013* y decretos reglamentarios en programas de formación ambiental.

- Diseñar campañas que expliquen obligaciones ciudadanas y beneficios de cumplir la normativa.

b. Cerrar la brecha conocimiento y acción

- Instalar puntos de recolección accesibles dentro de la Universidad EAN.
- Simplificar el proceso de disposición con señalización clara y acompañamiento inicial.

c. Estrategias digitales de sensibilización

- Aprovechar redes sociales (Instagram, TikTok, LinkedIn) como canal principal de difusión.
- Desarrollar una app gamificada que premie la disposición responsable con insignias o reconocimientos.

d. Programas de motivación y reconocimiento

- Implementar incentivos simbólicos (certificados, menciones en boletines) para quienes reciclen.
- Resaltar el impacto ambiental positivo de cada acción mediante campañas visuales.

e. Integración curricular y pedagógica

- Incorporar contenidos sobre disposición de baterías en asignaturas de sostenibilidad y responsabilidad social.
- Promover proyectos estudiantiles que midan y reporten indicadores de reciclaje en la comunidad universitaria.

f. Monitoreo y evaluación continua

- Establecer indicadores de seguimiento (número de baterías recolectadas, participación por facultad).

- Realizar encuestas periódicas para medir cambios en conocimiento, actitud y comportamiento.

14. Referencias

Braun, V. y Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>

Cámara de Comercio Electrónico de Colombia. (2025). Informe trimestral del comercio electrónico en Colombia: 2025-I. <https://www.ccce.org.co>

Creswell, J. W. y Creswell, J. D. (2018). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5.a ed.). SAGE Publications.

Escobar-Pérez, J. y Cuervo-Martínez, Á. (2008). Validez de contenido y juicio de expertos: una aproximación a su utilización. *Avances en Medición*, 6(1), 27–36.

Field, A. (2018). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics* (5.a ed.). SAGE Publications.

Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C. y Baptista-Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.a ed.). McGraw-Hill.

Hernández-Sampieri, R. y Mendoza, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill.

Kollmuss, A. y Agyeman, J. (2002). Mind the gap: Why do people act environmentally and what are the barriers to pro-environmental behavior? *Environmental Education Research*, 8(3), 239–260. <https://doi.org/10.1080/13504620220145401>

Lawshe, C. H. (1975). A quantitative approach to content validity. *Personnel Psychology*, 28(4), 563–575. <https://doi.org/10.1111/j.1744-6570.1975.tb01393.x>

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia. (2010). Resolución 1297 de 2010: Por la cual se establecen los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Residuos de Pilas y/o Acumuladores. <https://www.minambiente.gov.co>

Congreso de la República de Colombia. (2013). Ley 1672 de 2013: Por la cual se establecen los lineamientos para la adopción de una política pública de gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE). <https://www.funcionpublica.gov.co>

Nousheen, A., Yousuf Zai, S. A., Waseem, M. y Khan, S. A. (2020). Education for sustainable development (ESD): Effects of sustainability education on students' attitudes, motivation, and pro-sustainability behavior. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 21(7), 1301–1318. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-04-2020-0122>

Universidad EAN. (2023). Plan de Desarrollo Institucional 2023–2027. Editorial Universidad EAN.

Universidad EAN, Oficina de Registros Calificados y Acreditación. (2026). Reporte de estudiantes matriculados por programa y sede: Semestre 1-2026 [Comunicación institucional]. Universidad EAN.-

Tabla 1. Objetivos específicos, ciclo PHVA y conexión metodológica	16
Tabla 2. Diseño convergente paralelo del estudio	21
Tabla 3. Especificaciones técnicas de la encuesta diagnóstica	26
Tabla 4. Operacionalización de variables: ruta completa	30
Tabla 5. Hipótesis de asociación y correlaciones de Spearman esperadas	33
Tabla 6. Resultados de la validación por juicio de expertos e IVC por criterio.	36
Tabla 7. Fases del procedimiento de recolección de datos	37
Ilustración 1. Estadísticas perfil sociodemográfico	40

Ilustración 2. Estadística en conocimiento	40
Ilustración 3. Diagrama de conocimiento	41
Ilustración 4. Grafica de comportamiento	42
Ilustración 5. Frecuencia y distribución	43
Ilustración 6. Intención de usar punto de recolección	44
Ilustración 7. Datos estadísticos de canales preferidos	45