

Modelo de Capacitación Universitaria Basado en Economía Circular para Técnicos Reparadores Mediante Programas de Intercambio Formativo con Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE)
University Training Model Based on Circular Economy for Repair Technicians Through Educational Exchange Programs with Electronic Waste (WEEE)

Karem Mariuxi Morocho Valarezo, Enrique Xavier Tandazo Delgado, Asalia Andrea Cedeño Zambrano, Tatiana Matilde Poveda Anchundia & Emma Georgina Pazán Gómez

**CIENCIA, TECNOLOGÍA Y
SOCIEDAD**

Julio - diciembre, V°7 - N°2; 2026

Recibido: 03-07-2026

Aceptado: 07-07-2026

Publicado: 11-07-2026

PAIS

- Ecuador, Guayaquil
- Ecuador, Guayaquil
- Ecuador, Guayaquil
- Ecuador, Guayaquil
- Ecuador, Guayaquil

INSTITUCION

- Universidad de Guayaquil
- Universidad de Guayaquil
- Universidad de Guayaquil
- Universidad de Guayaquil
- Universidad de Guayaquil

CORREO:

- ✉ karem.morochov@ug.edu.ec
- ✉ enrique.tandazod@ug.edu.ec
- ✉ asalia.cedenoz@ug.edu.ec
- ✉ tatiana.povedaa@ug.edu.ec
- ✉ emma.pazang@ug.edu.ec

ORCID:

-  <https://orcid.org/0000-0003-0892-4083>
-  <https://orcid.org/0000-0003-0817-274X>
-  <https://orcid.org/0009-0001-8178-3478>
-  <https://orcid.org/0000-0003-1983-0576>
-  <https://orcid.org/0000-0003-0469-5869>

FORMATO DE CITA APA.

Morocho, K., Tandazo, E., Cedeño, A., Poveda, T & Pazán, E. (2026). Modelo de Capacitación Universitaria Basado en Economía Circular para Técnicos Reparadores Mediante Programas de Intercambio Formativo con Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE). *Revista G-ner@ndo*, V°7 (N°2). Pág. 317 – 353.

Resumen

La creciente generación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) constituye uno de los principales desafíos ambientales del siglo XXI debido al incremento del consumo tecnológico y a la limitada capacidad de gestión sostenible de estos residuos. En este contexto, la presente investigación tuvo como objetivo diseñar un modelo de capacitación universitaria basado en principios de economía circular para técnicos reparadores mediante programas de intercambio formativo con chatarra electrónica. El estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, de tipo descriptivo y diseño no experimental. La información fue recolectada mediante una encuesta aplicada a 36 técnicos reparadores seleccionados mediante muestreo no probabilístico por conveniencia. Los resultados evidenciaron una alta aceptación de la propuesta, destacándose que el 69,4 % de los participantes manifestó interés en recibir capacitación universitaria relacionada con la gestión de residuos electrónicos, mientras que el 58,3 % estaría dispuesto a entregar chatarra electrónica a cambio de formación técnica especializada. Asimismo, se identificó una percepción favorable respecto a la contribución de la reutilización y reparación de equipos electrónicos al cuidado ambiental. Con base en estos hallazgos se diseñó un modelo de capacitación estructurado en módulos teórico-prácticos orientados a fortalecer competencias técnicas, promover la reutilización de componentes electrónicos y fomentar emprendimientos sostenibles. Se concluye que la propuesta constituye una alternativa viable para fortalecer la vinculación entre universidad, comunidad y sector ambiental, contribuyendo simultáneamente al desarrollo de capacidades técnicas y a la implementación de estrategias de economía circular.

Palabras clave: Economía circular, residuos electrónicos, RAEE, capacitación técnica, sostenibilidad, educación superior.

Abstract

The increasing generation of Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) has become one of the most significant environmental challenges of the 21st century due to the rapid growth of technological consumption and the limited capacity for sustainable waste management. In this context, the objective of this research was to design a university training model based on circular economy principles for repair technicians through educational exchange programs using electronic waste. The study adopted a quantitative, descriptive, and non-experimental research design. Data were collected through a survey administered to 36 repair technicians selected through non-probability convenience sampling. The findings revealed a high level of acceptance of the proposal, with 69.4% of participants expressing interest in receiving university training related to electronic waste management, while 58.3% indicated willingness to exchange electronic waste for specialized technical training. Furthermore, participants showed a positive perception regarding the contribution of electronic equipment repair and reuse to environmental protection. Based on these findings, a training model structured around theoretical and practical modules was developed to strengthen technical skills, promote electronic component reuse, and encourage sustainable entrepreneurship. The study concludes that the proposed model represents a feasible alternative to strengthen collaboration among universities, communities, and environmental stakeholders while contributing to technical capacity building and the implementation of circular economy strategies.

Keywords: Circular economy, electronic waste, WEEE, technical training, sustainability, higher education.

Introducción

La transformación digital experimentada durante las últimas décadas ha generado un incremento acelerado en la producción y consumo de equipos eléctricos y electrónicos a nivel mundial. Como consecuencia, los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) se han convertido en uno de los flujos de desechos de mayor crecimiento, representando un importante desafío para la sostenibilidad ambiental, económica y social. De acuerdo con el Global E-waste Monitor 2024, durante el año 2022 se generaron aproximadamente 62 millones de toneladas de residuos electrónicos en el mundo, cifra que podría superar los 82 millones de toneladas para el año 2030 si no se implementan estrategias efectivas de gestión y recuperación de materiales (Baldé et al., 2024).

Los RAEE contienen componentes con alto valor económico, tales como cobre, aluminio, oro, plata y tierras raras, además de materiales potencialmente peligrosos para la salud humana y el ambiente cuando son gestionados de forma inadecuada. Esta situación ha impulsado la búsqueda de modelos alternativos de producción y consumo basados en los principios de la economía circular, orientados a maximizar el aprovechamiento de recursos, extender la vida útil de los productos y reducir la generación de residuos (Geissdoerfer et al., 2017).

La economía circular se define como un sistema económico regenerativo que busca mantener los productos, componentes y materiales en su máximo nivel de utilidad y valor durante el mayor tiempo posible mediante estrategias de reducción, reutilización, reparación, remanufactura y reciclaje (Kirchherr et al., 2017). Este enfoque representa una alternativa al modelo económico lineal tradicional basado en la secuencia extraer-producir-consumir-desechar, promoviendo la sostenibilidad y la eficiencia en el uso de los recursos.

En América Latina y el Caribe, la implementación de estrategias de economía circular ha sido identificada como una oportunidad para fortalecer el desarrollo sostenible, mejorar la competitividad y generar nuevas oportunidades de empleo verde (CEPAL, 2020). En este contexto, la capacitación técnica constituye un elemento fundamental para fortalecer las capacidades humanas requeridas para la gestión sostenible de los residuos electrónicos y el desarrollo de actividades de reparación y reacondicionamiento.

A pesar de la creciente importancia de estas actividades, muchos técnicos reparadores desarrollan sus labores a partir de conocimientos empíricos adquiridos mediante la experiencia práctica, sin acceso a procesos sistemáticos de formación en economía circular, gestión ambiental o aprovechamiento de residuos electrónicos. Esta situación limita el potencial de recuperación de materiales, reduce las oportunidades de innovación y dificulta la incorporación de prácticas sostenibles en el sector.

Ante esta problemática, la presente investigación propone el diseño de un modelo de capacitación universitaria basado en economía circular para técnicos reparadores mediante programas de intercambio formativo con chatarra electrónica, buscando fortalecer competencias técnicas y promover una gestión más sostenible de los residuos electrónicos en el contexto local.

Fundamentación Teórica

La economía circular como paradigma para el desarrollo sostenible, implica que durante décadas, los sistemas económicos han operado bajo un modelo lineal caracterizado por la extracción de recursos, la producción, el consumo y la disposición final de los residuos. Este esquema ha generado una creciente presión sobre los recursos naturales y ha contribuido significativamente a la degradación ambiental. Frente a esta problemática, la economía circular surge como un paradigma alternativo que busca

desacoplar el crecimiento económico del consumo intensivo de recursos, promoviendo la reutilización, reparación, remanufactura y reciclaje de materiales (Kirchherr et al., 2017).

La economía circular puede definirse como un sistema económico regenerativo diseñado para mantener productos, componentes y materiales en su máximo valor y utilidad durante el mayor tiempo posible, minimizando simultáneamente la generación de residuos y las externalidades ambientales (Geissdoerfer et al., 2017). Este enfoque representa una transformación estructural de los sistemas productivos y de consumo, favoreciendo ciclos cerrados de materiales y energía.

Diversos organismos internacionales han reconocido la economía circular como una estrategia clave para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), particularmente aquellos relacionados con producción y consumo responsables, acción climática, educación de calidad y crecimiento económico sostenible. La Comisión Económica para América Latina y el Caribe ha señalado que la transición hacia modelos circulares puede generar beneficios económicos, ambientales y sociales significativos, especialmente en países en desarrollo donde existen amplias oportunidades para la valorización de residuos y la generación de empleos verdes (CEPAL, 2020).

En este contexto, la capacitación técnica adquiere una importancia estratégica, ya que la implementación efectiva de los principios de economía circular requiere profesionales con competencias específicas para la gestión sostenible de materiales y residuos.

Por otro lado, los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE): problemática global y oportunidades de aprovechamiento, constituyen uno de los flujos de residuos de mayor crecimiento a nivel mundial debido al acelerado avance tecnológico, la obsolescencia programada y los cambios constantes en las preferencias de consumo (Forti et al., 2024). Y de acuerdo con el Global E-waste Monitor 2024, durante el año 2022 se

generaron aproximadamente 62 millones de toneladas métricas de residuos electrónicos a escala mundial, registrándose un incremento cercano al 82 % en comparación con los niveles observados en el año 2010. Sin embargo, menos del 25 % de estos residuos fue gestionado adecuadamente mediante sistemas formales de recolección y reciclaje (UNITAR, 2024).

Asimismo, los RAEE presentan una doble dimensión de análisis. Por una parte, contienen materiales potencialmente peligrosos como plomo, mercurio, cadmio y retardantes de llama bromados, cuya disposición inadecuada puede ocasionar impactos negativos sobre los ecosistemas y la salud humana. Por otra parte, incorporan materiales de alto valor económico como oro, plata, cobre, aluminio y tierras raras, susceptibles de ser recuperados y reincorporados a los ciclos productivos (Baldé et al., 2024).

Desde la perspectiva de la economía circular, los residuos electrónicos dejan de ser considerados simples desechos para convertirse en fuentes secundarias de materias primas. Esta visión promueve la reparación, reutilización y reacondicionamiento de equipos como estrategias prioritarias para extender su vida útil y reducir la extracción de recursos naturales.

Sin embargo, la reparación como estrategia de circularidad, ocupa un lugar fundamental debido a su capacidad para prolongar la vida útil de los productos y retrasar su conversión en residuos. La Fundación Ellen MacArthur sostiene que la reparación constituye una de las acciones más eficientes para conservar el valor económico y funcional de los productos electrónicos (Ellen MacArthur Foundation., 2019). Es así que, diversas investigaciones han demostrado que la extensión de la vida útil de equipos electrónicos mediante actividades de mantenimiento y reparación puede reducir significativamente las

emisiones asociadas a la fabricación de nuevos dispositivos, disminuir la demanda de materias primas y contribuir a la reducción de residuos electrónicos (Bocken et al., 2016).

No obstante, la implementación efectiva de estrategias de reparación requiere la disponibilidad de conocimientos técnicos especializados. En muchos contextos latinoamericanos, los técnicos reparadores adquieren sus competencias principalmente mediante experiencias empíricas, lo que limita la adopción de prácticas estandarizadas y sostenibles. Por ello, la formación técnica especializada emerge como un mecanismo fundamental para fortalecer capacidades y promover modelos de negocio alineados con la economía circular.

En cambio, la formación técnica y desarrollo de competencias para la sostenibilidad representan factores esenciales para la transición hacia sistemas productivos más sostenibles. La UNESCO reconoce que la Educación para el Desarrollo Sostenible debe proporcionar a las personas los conocimientos, habilidades, valores y actitudes necesarios para enfrentar los desafíos ambientales contemporáneos (UNESCO, 2023). En este ámbito la formación técnica, como desarrollo de competencias prácticas permite mejorar la empleabilidad, incrementar la productividad y fortalecer la capacidad de innovación de los trabajadores. Asimismo, contribuye a la adopción de tecnologías limpias y prácticas responsables en diversos sectores económicos (UNEVOC., 2022).

Además, la capacitación técnica vinculada a la gestión de residuos electrónicos debe abordar aspectos relacionados con:

- Diagnóstico y reparación de equipos.
 - Recuperación y clasificación de componentes.
 - Seguridad ocupacional.
-

- Gestión ambiental.
- Economía circular.
- Emprendimiento sostenible.

La integración de estos contenidos favorece una formación integral que combina competencias técnicas, ambientales y empresariales, incrementando las posibilidades de inserción laboral y generación de emprendimientos sostenibles.

Por último, la vinculación universidad-comunidad como mecanismo de innovación social, desempeñan un papel estratégico en la generación de soluciones a problemáticas sociales y ambientales mediante actividades de docencia, investigación y vinculación con la sociedad. En este sentido, las universidades pueden actuar como catalizadores de procesos de innovación social orientados a fortalecer capacidades comunitarias y promover prácticas sostenibles (Etzkowitz, & Zhou, 2017). Por tanto, la vinculación universitaria permite transferir conocimientos especializados hacia sectores productivos y comunidades, contribuyendo a la solución de problemas locales mediante enfoques participativos. En el caso de la gestión de residuos electrónicos, la articulación entre universidad, técnicos reparadores, centros de acopio y actores comunitarios facilita la construcción de ecosistemas colaborativos para la implementación de estrategias de economía circular.

Como resultado, este enfoque adquiere especial relevancia en países latinoamericanos, donde las universidades públicas cumplen una función social orientada al desarrollo territorial y la generación de oportunidades para grupos tradicionalmente excluidos de procesos formativos especializados.

Con respecto, al intercambio formativo con RAEE como estrategia innovadora de capacitación, constituye una metodología ampliamente reconocida por su efectividad para

fortalecer competencias técnicas. Desde esta perspectiva, la utilización de residuos electrónicos como recurso pedagógico representa una alternativa innovadora que combina objetivos educativos, ambientales y sociales.

Por esto, un modelo de intercambio formativo con RAEE propone que los participantes entreguen equipos electrónicos en desuso a cambio de acceso a programas de capacitación técnica. Esta estrategia genera beneficios bidireccionales: por un lado, facilita el acceso a materiales de práctica necesarios para el aprendizaje; por otro, incentiva la recolección responsable de residuos electrónicos y su posterior aprovechamiento. Además de fortalecer las competencias técnicas de los participantes, este enfoque contribuye a la sensibilización ambiental, fomenta prácticas de consumo responsable y promueve la construcción de una cultura orientada hacia la circularidad de los recursos. Desde una perspectiva educativa, constituye una modalidad de aprendizaje experiencial que permite a los participantes desarrollar habilidades mediante la interacción directa con situaciones reales de reparación, diagnóstico y reacondicionamiento.

En consecuencia, la implementación de programas de capacitación basados en el intercambio de RAEE se presenta como una alternativa viable para fortalecer la formación técnica, promover la economía circular y contribuir al desarrollo sostenible desde la educación superior.

Métodos y Materiales

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque mixto (Hernández Sampieri, R. et al., 2014), debido a que permitió la recolección y análisis de datos numéricos relacionados con las percepciones, necesidades y nivel de aceptación de los técnicos reparadores frente a una propuesta de capacitación universitaria basada en principios de

economía circular. Este enfoque facilitó la obtención de información objetiva y medible para sustentar el diseño del modelo de capacitación propuesto.

El estudio fue de tipo descriptivo, ya que tuvo como finalidad identificar y caracterizar las necesidades formativas de los participantes, así como determinar su nivel de conocimiento y disposición hacia prácticas relacionadas con la reutilización, reparación y aprovechamiento de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE). Asimismo, se empleó un diseño no experimental y de corte transversal, puesto que las variables fueron observadas en su contexto natural sin intervención o manipulación por parte de los investigadores, recolectándose la información en un único momento temporal.

La población estuvo conformada por técnicos dedicados a la reparación de equipos electrónicos en el contexto local. Debido a la inexistencia de un registro actualizado que permitiera determinar con precisión el tamaño de la población, se recurrió a un muestreo no probabilístico por conveniencia, seleccionando a aquellos participantes que aceptaron colaborar voluntariamente en la investigación. La muestra quedó constituida por 36 técnicos reparadores, cantidad considerada suficiente para realizar análisis descriptivos orientados a la identificación de tendencias y patrones de comportamiento relacionados con las variables objeto de estudio.

Las variables analizadas fueron capacitación técnica, economía circular y aceptación del modelo de capacitación. La variable capacitación técnica se relacionó con el interés de los participantes por fortalecer conocimientos y habilidades vinculadas al diagnóstico, reparación y reacondicionamiento de equipos electrónicos. La variable economía circular estuvo asociada al nivel de conocimiento y valoración de prácticas orientadas a la reutilización, reparación y aprovechamiento sostenible de residuos electrónicos. Por su parte, la aceptación del modelo de capacitación permitió evaluar la

disposición de los participantes para integrarse a programas formativos basados en el intercambio de residuos electrónicos como mecanismo de acceso a la formación técnica.

Tal como se muestra a continuación:

Tabla 1. *Definición de Variables*

Variable	Definición conceptual	Tipo de variable
Capacitación técnica	Proceso de formación orientado al desarrollo de conocimientos, habilidades y competencias relacionadas con la reparación, mantenimiento y reacondicionamiento de equipos electrónicos.	Independiente
Economía circular	Modelo económico que promueve la reducción, reutilización, reparación, recuperación y reciclaje de recursos para minimizar residuos y maximizar su valor.	Independiente
Aceptación del modelo de capacitación	Nivel de disposición e interés de los técnicos reparadores para participar en programas de capacitación universitaria basados en el intercambio formativo con RAEE.	Dependiente

Luego, se operacionalizaron las variables, tal como se muestra a continuación, en la Tabla 2.

Tabla 2. *Operacionalización de Variables*

Variable	Dimensión	Indicador	Ítem de encuesta	Escala de medición
Capacitación técnica	Necesidad de formación	Interés por recibir capacitación	¿Estaría de acuerdo en recibir una capacitación universitaria sobre el manejo de la chatarra electrónica?	Nominal
Capacitación técnica	Actualización profesional	Participación en programas formativos	¿Participaría en una capacitación organizada por la Universidad de Guayaquil?	Nominal
Economía circular	Conciencia ambiental	Percepción sobre reutilización y reparación	Considera que la reutilización y reparación de equipos electrónicos contribuye al cuidado del ambiente	Likert
Economía circular	Gestión sostenible de RAEE	Disposición a entregar residuos electrónicos	¿Estaría dispuesto(a) a entregar chatarra electrónica a cambio de recibir capacitación?	Nominal
Economía circular	Conocimiento ambiental	Valoración de la gestión responsable de residuos electrónicos	Considera importante recibir formación técnica sobre el manejo responsable de la chatarra electrónica	Likert
Aceptación del modelo	Participación	Interés en el programa universitario	¿Participaría en una capacitación organizada por la Universidad de Guayaquil?	Nominal

Variable	Dimensión	Indicador	Ítem de encuesta	Escala de medición
Aceptación del modelo	Preferencia metodológica	Modalidad de capacitación	¿Cuál modalidad considera más adecuada para recibir la capacitación?	Nominal
Aceptación del modelo	Viabilidad del intercambio	Aceptación del mecanismo de intercambio	¿Estaría dispuesto(a) a entregar chatarra electrónica a cambio de recibir capacitación?	Nominal

Para la recolección de la información se empleó la técnica de encuesta, utilizando como instrumento un cuestionario estructurado compuesto por preguntas cerradas y escalas de respuesta tipo Likert. El instrumento fue organizado en tres dimensiones fundamentales: capacitación técnica, economía circular y aceptación del modelo propuesto. Su aplicación se realizó de manera presencial, garantizando la participación voluntaria de los encuestados y la confidencialidad de la información proporcionada.

El proceso investigativo se desarrolló en varias etapas. Inicialmente se efectuó una revisión bibliográfica de literatura científica relacionada con economía circular, gestión de residuos electrónicos, capacitación técnica y sostenibilidad. Posteriormente se diseñó el instrumento de recolección de datos y se procedió a su aplicación entre los participantes seleccionados. Una vez obtenida la información, los datos fueron codificados, organizados y procesados mediante herramientas informáticas, específicamente Microsoft Excel.

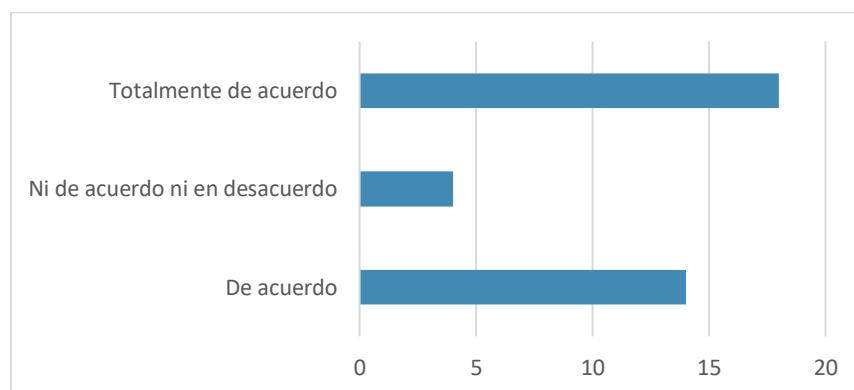
El análisis estadístico se fundamentó en técnicas de estadística descriptiva, empleándose frecuencias absolutas, frecuencias relativas y porcentajes para sintetizar la información obtenida. Los resultados fueron representados mediante tablas y gráficos estadísticos que facilitaron su interpretación y permitieron identificar tendencias relacionadas con el interés por la capacitación, el conocimiento de la economía circular y la aceptación de programas de formación vinculados a la gestión sostenible de residuos electrónicos. Finalmente, los hallazgos obtenidos sirvieron como base para el diseño del modelo de capacitación universitaria propuesto.

En cuanto a las consideraciones éticas, se respetaron los principios de participación voluntaria, confidencialidad y uso exclusivo de la información con fines académicos y científicos. Los participantes fueron informados previamente sobre los objetivos de la investigación y manifestaron su consentimiento para colaborar en el estudio.

Análisis de resultados

Una vez recolectados los datos, estos fueron organizados y tabulados en hojas de cálculo para su análisis. Se utilizaron técnicas de estadística descriptiva, tales como la elaboración de tablas de frecuencia y el cálculo de porcentajes. Los resultados obtenidos se representaron mediante gráficos de barras, lo que permitió una mejor visualización e interpretación de la información. El análisis de los datos se realizó con el apoyo de herramientas informáticas básicas, como Microsoft Excel, y sirvió como base para la elaboración de la propuesta del modelo de capacitación universitaria.

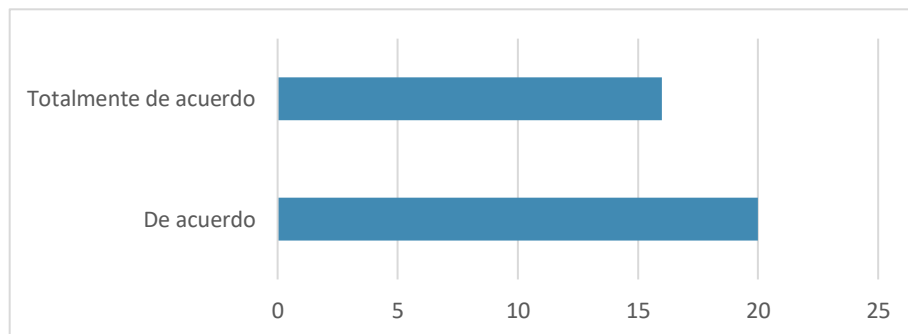
Figura 1. *La reutilización contribuye al cuidado del medio ambiente*



Los resultados evidencian una alta conciencia ambiental por parte de los encuestados. La mayoría se muestra de acuerdo o totalmente de acuerdo en que estas prácticas contribuyen al cuidado del ambiente, lo que refleja un reconocimiento claro del valor ambiental que tiene prolongar la vida útil de los equipos electrónicos. Este resultado

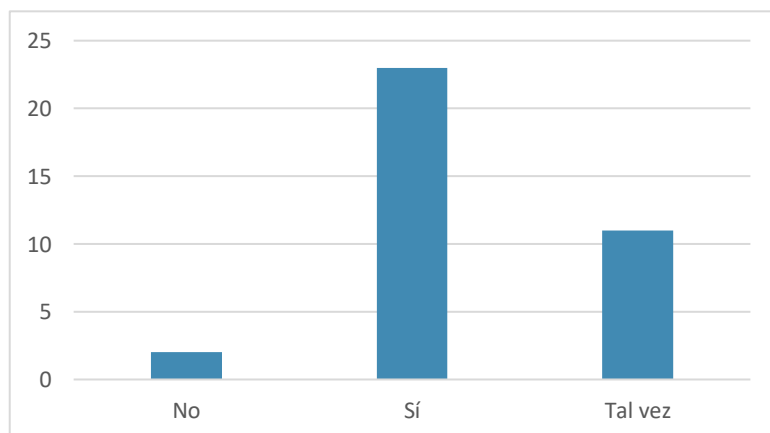
indica que existe una base favorable para promover acciones vinculadas a la economía circular, ya que los participantes comprenden la importancia de reducir residuos y evitar la disposición inadecuada de la chatarra electrónica.

Figura 2. *Importancia en la formación técnica*



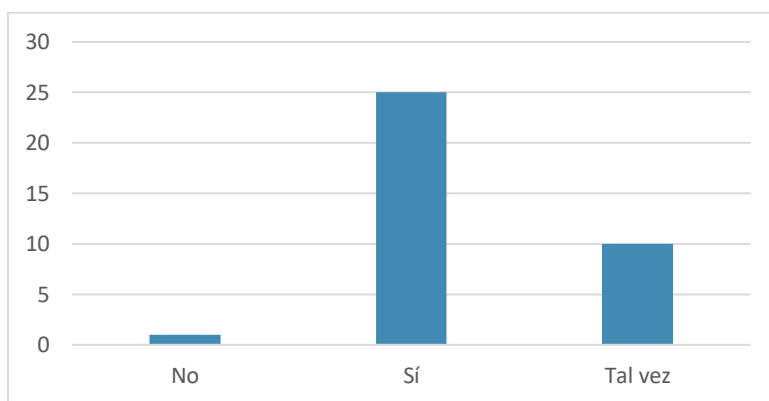
Los resultados muestran una aceptación ampliamente positiva. La totalidad de los encuestados se concentra en las opciones de acuerdo y totalmente de acuerdo, lo que evidencia una necesidad formativa clara y una disposición real para fortalecer conocimientos técnicos. Este comportamiento sugiere que los participantes reconocen limitaciones en su formación actual y valoran la capacitación como una herramienta clave para mejorar sus prácticas y reducir el impacto ambiental asociado a los residuos electrónicos.

Figura 3. *Percepción sobre la capacitación universitaria en el manejo de la chatarra electrónica*

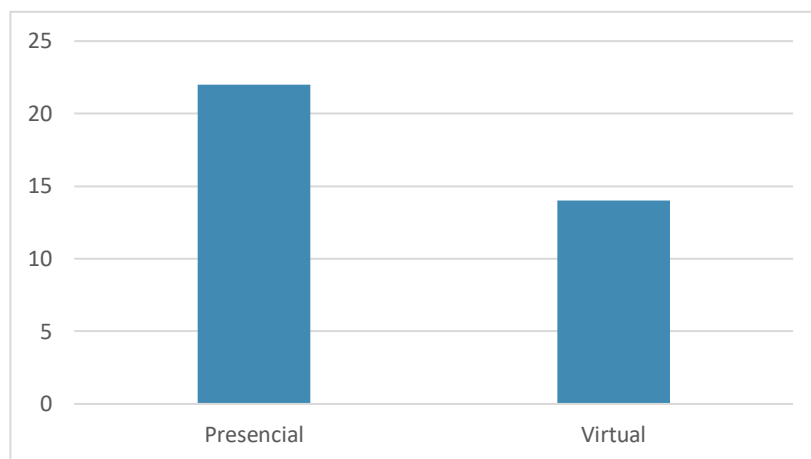


Los datos reflejan una respuesta mayoritariamente afirmativa. La opción “sí” concentra la mayor cantidad de respuestas, seguida por “tal vez”, mientras que el rechazo es mínimo. Esto demuestra una actitud favorable hacia la formación académica y refuerza el rol de la universidad como un actor confiable para liderar procesos de capacitación en temas ambientales y tecnológicos.

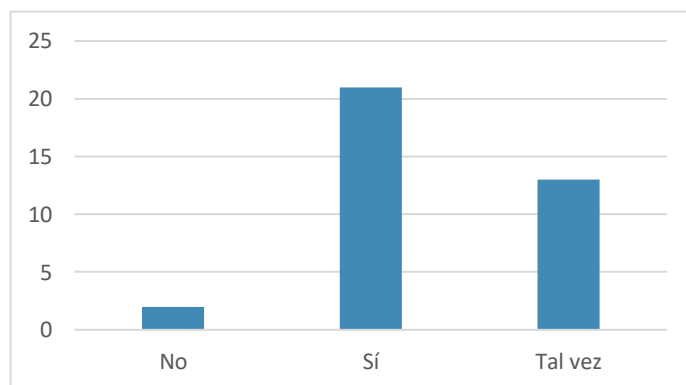
Figura 4. Disponibilidad en participar en capacitaciones por la Universidad de Guayaquil



Al analizar la participación en una capacitación organizada por la Universidad de Guayaquil, se observa una tendencia positiva significativa. La mayoría de los encuestados manifiesta su intención de participar, lo que evidencia confianza en la institución y un interés genuino en acceder a espacios formativos. Este resultado fortalece la viabilidad del proyecto, ya que demuestra que existe una audiencia dispuesta a involucrarse activamente en la propuesta planteada.

Figura 5. *Modalidad de la capacitación para recibir*

La modalidad más adecuada para recibir la capacitación, los resultados muestran una preferencia mayoritaria por la modalidad presencial, aunque la modalidad virtual también presenta una aceptación considerable. Esto sugiere que los encuestados valoran el contacto directo y la práctica, pero al mismo tiempo reconocen la flexibilidad que ofrecen las herramientas digitales. Este hallazgo permite plantear un modelo de capacitación adaptable, que combine elementos presenciales y virtuales según las necesidades de los participantes.

Figura 6. *Predisposición en intercambio de capacitación vs chatarra electrónica*

Los resultados sobre la disposición a entregar chatarra electrónica a cambio de recibir capacitación reflejan una aceptación predominante. La mayoría de los encuestados estaría dispuesta a participar en este tipo de intercambio, mientras que una parte menor expresa dudas y un grupo reducido se muestra en desacuerdo. Este resultado es

especialmente relevante, ya que evidencia la viabilidad del intercambio como estrategia formativa y refuerza su alineación con los principios de la economía circular, al incentivar la recolección responsable de residuos electrónicos y su aprovechamiento adecuado.

Interpretación de resultados de la encuesta

Los resultados obtenidos a partir de la encuesta evidencian una realidad clara respecto al conocimiento y las actitudes de los encuestados frente a la chatarra electrónica y la economía circular. En general, se observa que existe un nivel limitado de información sobre el manejo adecuado de los residuos electrónicos, lo cual refleja una brecha formativa importante. Sin embargo, los datos también muestran una actitud positiva hacia el aprendizaje y la participación en procesos de capacitación, lo que indica que, a pesar del desconocimiento inicial, existe apertura al cambio y al fortalecimiento de conocimientos. Este comportamiento sugiere que los encuestados reconocen la importancia de adquirir nuevas herramientas que les permitan contribuir a la reducción del impacto ambiental.

Entre los hallazgos más relevantes destaca el interés significativo de los encuestados en participar en capacitaciones relacionadas con la gestión de chatarra electrónica y prácticas sostenibles. Asimismo, se identifica una percepción favorable hacia el intercambio de residuos electrónicos como una alternativa innovadora y útil, tanto desde el punto de vista ambiental como educativo. Otro hallazgo importante es que la mayoría de los participantes reconoce que el manejo inadecuado de estos residuos genera consecuencias negativas, lo cual refuerza la necesidad de implementar estrategias formativas que aborden esta problemática de manera directa y comprensible.

Los resultados de la encuesta permiten justificar claramente la viabilidad del modelo de capacitación propuesto. La combinación de desconocimiento previo y alta disposición para capacitarse demuestra que existe una necesidad real de formación en temas de

chatarra electrónica y economía circular. Además, la aceptación del intercambio como estrategia formativa indica que el modelo no solo es pertinente, sino también atractivo para la población objetivo. Esto sugiere que la capacitación puede convertirse en una herramienta efectiva para generar cambios de comportamiento y promover prácticas responsables en el manejo de residuos electrónicos.

En consecuencia, los resultados se relacionan directamente con los principios de la economía circular, ya que promueven la reducción de residuos, la reutilización de materiales y la valorización de la chatarra electrónica como un recurso con potencial educativo y ambiental. La disposición de los encuestados a participar en actividades de intercambio y capacitación refuerza la idea de cerrar ciclos de uso y consumo, fomentando una cultura más sostenible. De este modo, la propuesta no solo responde a una necesidad formativa, sino que también contribuye al desarrollo de prácticas alineadas con la economía circular y la responsabilidad ambiental.

Propuesta del Modelo de Capacitación Universitaria

El crecimiento acelerado de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) representa uno de los principales desafíos ambientales del siglo XXI. De acuerdo con Forti, Baldé, Kuehr y Bel (2024), la generación mundial de residuos electrónicos supera los 60 millones de toneladas anuales, mientras que una parte significativa no recibe una gestión adecuada. Esta situación genera impactos ambientales asociados a la contaminación por metales pesados, pérdida de materiales valiosos y aumento de emisiones derivadas de la fabricación de nuevos equipos, lo que evidencia la necesidad de fortalecer los sistemas de recolección, reciclaje y recuperación de materiales bajo los principios de la economía circular (United Nations Institute for Training and Research & International Telecommunication Union, 2024).

Frente a este escenario, la economía circular surge como una estrategia orientada a sustituir el modelo lineal de producción y consumo por sistemas que promueven la reducción, reutilización, reparación, reacondicionamiento y reciclaje de productos y materiales (Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M, 2017). Según Geissdoerfer et al. (2017), la economía circular busca mantener el valor de los recursos durante el mayor tiempo posible, reduciendo la extracción de materias primas y minimizando la generación de residuos.

Dentro de este enfoque, la reparación electrónica constituye una actividad estratégica para extender la vida útil de los dispositivos tecnológicos. Bocken et al. (2016) sostienen que las actividades de mantenimiento, reparación y reacondicionamiento permiten conservar el valor funcional de los productos, generando beneficios económicos y ambientales. Asimismo, Stahel (2016) considera que la prolongación de la vida útil de los bienes es uno de los pilares fundamentales de la economía circular.

Desde la perspectiva educativa, la formación técnica debe orientarse al desarrollo de competencias integrales que permitan a los estudiantes reparadores enfrentar situaciones reales del contexto profesional. Kolb (1984) plantea que el aprendizaje experiencial facilita la construcción del conocimiento mediante la reflexión sobre experiencias concretas, mientras que Dewey (1938) destaca la importancia de aprender haciendo como mecanismo para lograr aprendizajes significativos. Y de forma complementaria, Tobón (2013) señala que la formación basada en competencias favorece la integración de conocimientos, habilidades y actitudes necesarias para resolver problemas complejos del entorno laboral.

La UNESCO (2020) reconoce que las instituciones de educación superior desempeñan un papel fundamental en la formación de profesionales comprometidos con el

desarrollo sostenible. De igual manera, Vallaes (2014) sostiene que la responsabilidad social universitaria implica generar soluciones a problemáticas sociales y ambientales mediante la articulación entre docencia, investigación y vinculación con la comunidad.

Bajo estas consideraciones, se propone un modelo universitario de capacitación para reparadores electrónicos basado en economía circular, utilizando los RAEE como recurso pedagógico para fortalecer competencias técnicas, promover la sostenibilidad ambiental y generar oportunidades de inserción laboral y emprendimiento.

Con base en los fundamentos teóricos expuestos y en los resultados obtenidos durante el diagnóstico, se diseñó un modelo conceptual de capacitación universitaria basado en los principios de la economía circular. El modelo integra las necesidades formativas de los técnicos reparadores, la gestión sostenible de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), el intercambio formativo como mecanismo de acceso a la capacitación y la vinculación entre la universidad y la comunidad. Su estructura sistémica articula los componentes pedagógicos, tecnológicos, ambientales, sociales y económicos, orientándolos hacia el fortalecimiento de competencias técnicas y la generación de impactos sostenibles.

Objetivo del modelo de capacitación

Diseñar un modelo universitario de capacitación basado en los principios de economía circular que fortalezca las competencias técnicas, ambientales y emprendedoras de reparadores electrónicos mediante el aprovechamiento pedagógico de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos y la articulación entre universidad, comunidad y gestores de RAEE.

Figura 7. Modelo conceptual de capacitación universitaria basado en economía circular para técnicos reparadores mediante programas de intercambio formativo con RAEE.



Nota. Elaboración propia.

Nota. Elaboración propia.

La Figura 7 representa la estructura conceptual del modelo propuesto. En el centro del modelo se ubica el intercambio formativo, considerado el eje articulador de la propuesta, mediante el cual los técnicos reparadores entregan residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) como mecanismo de acceso a procesos de capacitación universitaria. Esta dinámica favorece simultáneamente la recuperación responsable de materiales y el fortalecimiento de competencias técnicas orientadas a la sostenibilidad.

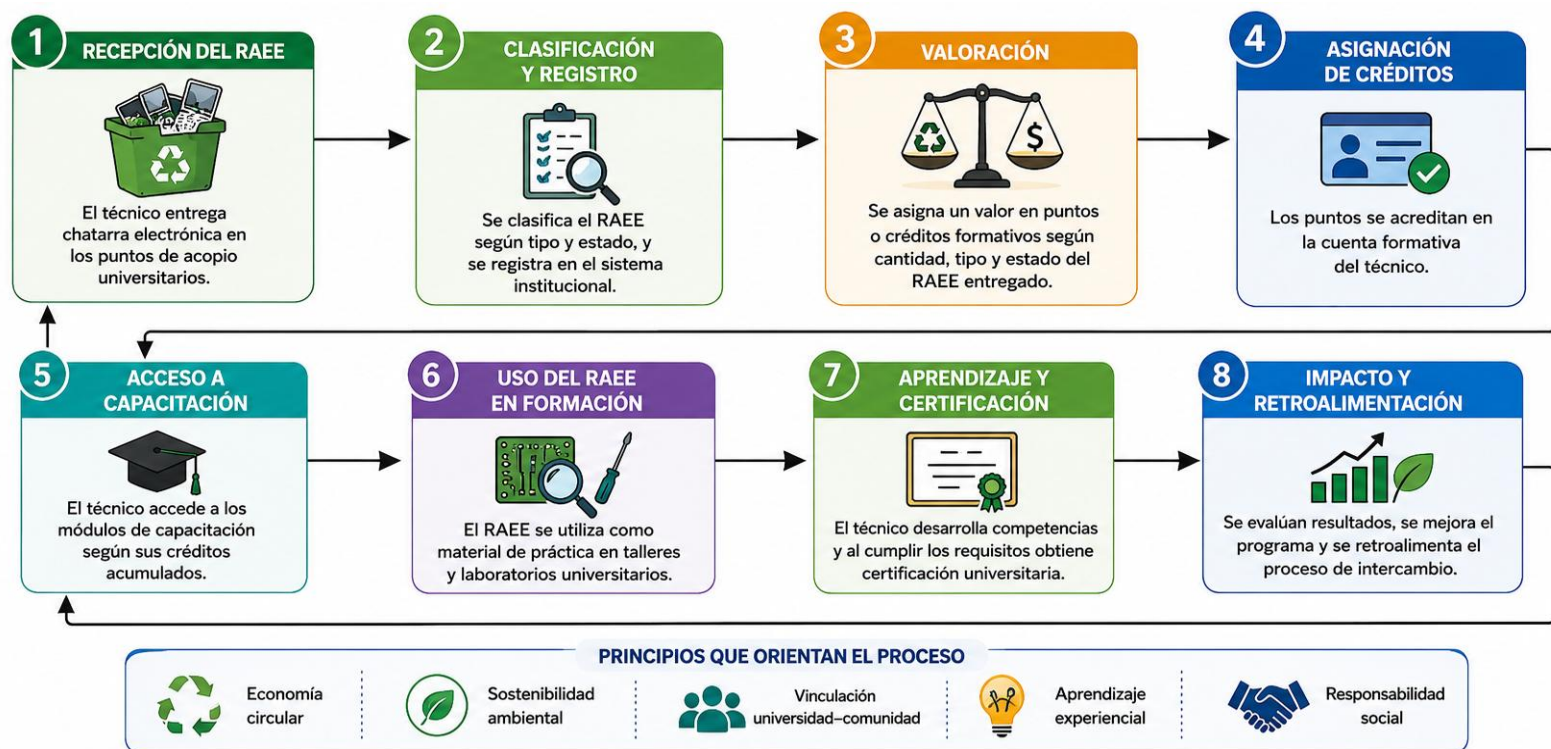
Alrededor del núcleo central se organizan cinco módulos formativos que desarrollan progresivamente los conocimientos y habilidades requeridos para la implementación de estrategias de economía circular. El primer módulo introduce los fundamentos conceptuales de la economía circular; el segundo aborda la gestión responsable de los RAEE; el tercero desarrolla competencias para el diagnóstico y reparación electrónica; el cuarto fortalece la recuperación y reutilización de componentes; y el quinto promueve el emprendimiento sostenible como mecanismo para generar valor económico y ambiental a partir de los residuos electrónicos.

Por último, el modelo incorpora procesos permanentes de evaluación del aprendizaje y establece como resultados esperados el fortalecimiento de las competencias técnicas, el incremento en la recuperación de componentes reutilizables, la disminución de residuos electrónicos, la generación de emprendimientos sostenibles y el fortalecimiento de la vinculación entre la universidad y la comunidad, consolidando un sistema de formación alineado con los principios de la economía circular.

Una vez establecida la estructura conceptual del modelo, resulta necesario describir el funcionamiento operativo del proceso de intercambio formativo. Este mecanismo constituye el componente innovador de la propuesta, ya que integra la entrega voluntaria de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) como requisito de acceso a la

capacitación universitaria. A través de este procedimiento se fortalece la gestión responsable de los residuos electrónicos, se generan materiales para la práctica académica y se promueve la participación activa de los técnicos reparadores en procesos de formación continua.

Figura 8. *Flujograma operativo del intercambio RAEE-Capacitación*



Nota. Elaboración propia.

En la Figura 8, se describe la secuencia operativa del programa de intercambio formativo. El proceso inicia con la recepción de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) entregados por los técnicos participantes en los puntos de acopio establecidos por la universidad. Posteriormente, los equipos son clasificados y registrados de acuerdo con su tipo, estado y potencial de aprovechamiento, permitiendo asignar un valor representado en créditos formativos que serán utilizados como mecanismo de acceso a los diferentes módulos de capacitación.

Una vez acreditados los créditos, los participantes ingresan al programa de formación y utilizan parte de los residuos electrónicos recuperados como material didáctico durante las actividades prácticas de diagnóstico, reparación y recuperación de componentes. Este aprendizaje experiencial favorece el desarrollo de competencias técnicas en condiciones similares a las del entorno laboral, fortaleciendo la capacidad para aplicar los principios de la economía circular en actividades de reparación y reacondicionamiento de equipos electrónicos.

Finalmente, el proceso culmina con la evaluación de las competencias adquiridas y la certificación de los participantes. Paralelamente, los resultados obtenidos permiten retroalimentar el programa mediante indicadores relacionados con la cantidad de RAEE recuperados, el nivel de participación de los técnicos, la recuperación de componentes reutilizables y la generación de emprendimientos sostenibles, garantizando la mejora continua del modelo de capacitación.

Tabla 3. *Dimensiones del modelo*

Dimensión	Finalidad	Componentes	Resultados esperados
Pedagógica	Desarrollar competencias técnicas	Módulos 1–5	Técnicos capacitados
Ambiental	Promover economía circular	Gestión de RAEE	Reducción de residuos
Tecnológica	Reparación	Talleres	Recuperación de equipos
Social	Vinculación	Comunidad	Participación social
Económica	Emprendimiento	Negocios verdes	Autoempleo

Principios del modelo

Los principios orientadores constituyen el fundamento conceptual y metodológico del modelo de capacitación universitaria propuesto, al establecer los criterios que guían su diseño, implementación y evaluación. Estos principios integran los postulados de la economía circular, la formación basada en competencias, el aprendizaje experiencial y la responsabilidad social universitaria, permitiendo articular las dimensiones pedagógica,

ambiental, tecnológica, social y económica en un proceso formativo coherente. En conjunto, proporcionan el marco de referencia para el desarrollo de las actividades académicas y la consecución de los resultados esperados. La Tabla 4 presenta los principios que sustentan el modelo y su aplicación dentro de la propuesta.

Tabla 4. *Principios orientadores del modelo de capacitación universitaria*

Principio	Fundamento teórico	Aplicación en el modelo
Sostenibilidad	Promueve la reducción del impacto ambiental mediante el uso eficiente de los recursos y la disminución de residuos electrónicos (UNESCO, 2020).	Orienta todas las actividades del programa hacia la recuperación, reutilización y aprovechamiento responsable de los RAEE.
Economía circular	Favorece la extensión del ciclo de vida de los productos mediante estrategias de reparación, reacondicionamiento y reutilización (Kirchherr et al., 2017; Geissdoerfer et al., 2017).	Los RAEE se utilizan como recurso pedagógico para fortalecer competencias técnicas y reducir la generación de residuos electrónicos.
Aprendizaje experiencial	El aprendizaje se fortalece mediante la experiencia práctica y la reflexión sobre problemas reales (Kolb, 1984; Dewey, 1938).	Los participantes desarrollan habilidades utilizando equipos electrónicos reales durante actividades de diagnóstico, reparación y recuperación de componentes.
Formación basada en competencias	Integra conocimientos, habilidades y actitudes para resolver problemas del contexto profesional (Tobón, 2013).	El programa desarrolla competencias técnicas, ambientales y emprendedoras mediante módulos teórico-prácticos y evaluación por competencias.
Responsabilidad social universitaria	La universidad debe contribuir a la solución de problemas sociales y ambientales mediante la articulación entre docencia, investigación y vinculación (Vallaes, 2014).	El modelo fortalece la relación universidad-comunidad mediante programas de capacitación y campañas de recolección responsable de RAEE.
Innovación y emprendimiento sostenible	La formación debe favorecer la creación de iniciativas económicas con impacto social y ambiental positivo.	El modelo incorpora contenidos de emprendimiento circular para promover servicios de reparación, reacondicionamiento y valorización de residuos electrónicos.

Nota. Elaboración propia a partir de Kirchherr et al. (2017), Geissdoerfer et al. (2017), Kolb (1984), Dewey (1938), Tobón (2013), UNESCO (2020) y Vallaes (2014).

Componentes del modelo

Los principios orientadores se materializan mediante un conjunto de componentes interrelacionados que estructuran el funcionamiento del modelo de capacitación universitaria. Cada componente responde a una finalidad específica y contribuye al desarrollo integral de las competencias técnicas, ambientales, sociales y emprendedoras de los participantes. En conjunto, estos componentes articulan la gestión sostenible de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), la formación especializada, la vinculación con la comunidad y el fortalecimiento de iniciativas de emprendimiento, configurando un sistema formativo alineado con los objetivos de la economía circular. La Tabla 5 presenta los componentes que conforman el modelo y su contribución al logro de los resultados esperados.

Tabla 5. *Componentes del modelo de capacitación universitaria basado en Economía Circular*

Componente	Finalidad	Principales actividades	Resultados esperados
Gestión de RAEE para fines educativos	Garantizar la disponibilidad de equipos y componentes electrónicos para el desarrollo de actividades prácticas.	Establecimiento de convenios con gestores de RAEE, recepción, clasificación, inventario y selección de equipos aptos para prácticas.	Banco universitario de equipos electrónicos y disponibilidad permanente de materiales de aprendizaje.
Formación técnica especializada	Desarrollar competencias para el diagnóstico, reparación, reacondicionamiento y recuperación de equipos electrónicos.	Desarrollo de módulos teórico-prácticos, uso de instrumentos de medición, reparación de dispositivos y aplicación de protocolos de seguridad.	Fortalecimiento de las competencias técnicas y mejora de la capacidad profesional de los participantes.
Formación en economía circular y sostenibilidad	Promover conocimientos y actitudes orientadas a la gestión responsable de los residuos electrónicos y la protección ambiental.	Capacitación en economía circular, gestión de RAEE, normativas ambientales, derecho a reparar y buenas prácticas de sostenibilidad.	Mayor conciencia ambiental y adopción de prácticas responsables en el manejo de residuos electrónicos.
Vinculación con la comunidad	Fortalecer la interacción entre la universidad y la sociedad mediante actividades de impacto social y ambiental.	Jornadas de reparación comunitaria, campañas de recolección de RAEE, ferias tecnológicas y donación de equipos recuperados.	Incremento de la participación comunitaria y fortalecimiento de la responsabilidad social universitaria.
Emprendimiento circular	Favorecer la creación y consolidación de iniciativas económicas	Formación en modelos de negocio, marketing digital, gestión de costos, atención	Generación de emprendimientos sostenibles y ampliación

Componente	Finalidad	Principales actividades	Resultados esperados
	relacionadas con la reparación y el reacondicionamiento de equipos electrónicos.	al cliente y formalización de emprendimientos.	de las oportunidades de empleo e ingresos para los participantes.

Nota. Elaboración propia.

Estructura metodológica del modelo

La implementación del modelo se desarrolla mediante una secuencia metodológica organizada en cuatro fases complementarias, las cuales permiten integrar progresivamente la sensibilización ambiental, el desarrollo de competencias técnicas y la aplicación práctica de los conocimientos adquiridos. Cada fase responde a un objetivo específico y contribuye al fortalecimiento de las capacidades requeridas para la gestión sostenible de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE). La Tabla 6 presenta la estructura metodológica del programa de capacitación.

Tabla 6. Estructura metodológica del programa de capacitación

Fase	Objetivo	Duración estimada
Sensibilización y formación básica	Comprender la problemática de los residuos electrónicos y los fundamentos de la economía circular.	12 horas
Diagnóstico técnico	Desarrollar habilidades para identificar fallas y evaluar componentes electrónicos.	18 horas
Reparación y reacondicionamiento	Fortalecer competencias prácticas para la recuperación funcional de dispositivos electrónicos.	30 horas
Proyecto integrador	Aplicar los conocimientos adquiridos mediante la recuperación integral de un equipo electrónico.	20 horas

Nota. Elaboración propia.

Actores del modelo

La implementación del modelo requiere la participación coordinada de diversos actores que cumplen funciones específicas durante el proceso formativo. La articulación entre universidad, gestores de RAEE, participantes y comunidad fortalece la sostenibilidad

del programa y favorece la generación de impactos educativos, ambientales y sociales. La Tabla 7 resume los principales actores y sus responsabilidades.

Tabla 7. *Actores y responsabilidades del modelo*

Actor	Responsabilidades principales
Universidad	Diseñar el currículo, impartir la capacitación, facilitar laboratorios y certificar competencias.
Gestores de RAEE	Suministrar equipos para prácticas, asesorar en clasificación y apoyar procesos de recuperación.
Participantes	Asistir a las actividades formativas, desarrollar proyectos de reparación y cumplir los protocolos de seguridad.
Comunidad	Participar en campañas de recolección y beneficiarse de los equipos reacondicionados.

Nota. Elaboración propia

Sistema de evaluación

La evaluación del modelo se fundamenta en el enfoque por competencias, permitiendo valorar los conocimientos previos, el progreso durante el proceso formativo y el nivel de desempeño alcanzado al finalizar la capacitación. Este sistema favorece la retroalimentación continua y la verificación del logro de las competencias establecidas.

Tabla 8. *Sistema de evaluación del modelo*

Tipo de evaluación	Finalidad	Evidencia
Diagnóstica	Identificar conocimientos previos.	Prueba inicial o cuestionario diagnóstico.
Formativa	Monitorear el progreso durante la capacitación.	Talleres, prácticas y actividades de laboratorio.
Final	Verificar el logro de las competencias.	Reparación integral y presentación del proyecto final.

Nota. Elaboración propia

Indicadores de evaluación del modelo

La evaluación del modelo requiere el establecimiento de indicadores que permitan medir objetivamente su desempeño y el grado de cumplimiento de los resultados

esperados. Estos indicadores facilitan el seguimiento de las dimensiones pedagógica, ambiental, tecnológica, social y económica de la propuesta, proporcionando información para valorar el fortalecimiento de las competencias técnicas, el impacto de las estrategias de economía circular y la efectividad de la vinculación entre la universidad y la comunidad. Asimismo, constituyen una herramienta para la mejora continua, al aportar evidencia que respalde la toma de decisiones durante la implementación del programa. La Tabla 9 presenta los indicadores definidos para el seguimiento y la evaluación de la propuesta.

Tabla 9. *Indicadores de evaluación*

Dimensión	Indicador	Unidad de medida
Formación técnica	Participantes que aprueban la evaluación práctica	%
Circularidad	Equipos electrónicos recuperados	Número de equipos
Impacto ambiental	RAEE reutilizados	Kilogramos
Vinculación	Beneficiarios atendidos	Número de personas
Empleabilidad	Participantes que generan ingresos por reparación	%
Emprendimiento	Emprendimientos creados o fortalecidos	Número de emprendimientos

Resultados esperados

La implementación del modelo permitirá fortalecer las competencias técnicas de los participantes para el diagnóstico, reparación y reacondicionamiento de equipos electrónicos, mejorando sus oportunidades de inserción laboral y emprendimiento.

Asimismo, favorecerá la adopción de prácticas de economía circular mediante el aprovechamiento de residuos electrónicos como recursos formativos, contribuyendo a la reducción de RAEE destinados a disposición final.

Desde la perspectiva social, promoverá procesos de vinculación universitaria con impacto comunitario, facilitando el acceso a equipos tecnológicos recuperados para sectores vulnerables.

En el ámbito ambiental, la propuesta permitirá disminuir de manera significativa la cantidad de residuos electrónicos enviados a disposición final, incrementando la recuperación y reutilización de componentes que aún tienen valor. Esto impulsará prácticas locales de reacondicionamiento, fortaleciendo cadenas de gestión más responsables y reduciendo el impacto ambiental asociado a la producción de nuevos dispositivos.

Desde la perspectiva socioeconómica, la iniciativa abrirá nuevas oportunidades laborales para técnicos reparadores y dinamizará microemprendimientos vinculados a la reparación y el reacondicionamiento. Al generar equipos recuperados y funcionales para la comunidad, contribuirá también al bienestar colectivo, potenciando un modelo que combina inclusión, sostenibilidad y desarrollo económico local.

Finalmente, consolidará el papel de la universidad como agente de transformación social y ambiental, integrando docencia, investigación y vinculación en torno a la sostenibilidad y la innovación tecnológica.

Discusión

Los resultados obtenidos evidencian una alta aceptación del modelo de capacitación universitaria basado en economía circular, lo cual coincide con los planteamientos de Forti et al. (2024), quienes advierten que el crecimiento acelerado de los RAEE exige estrategias integrales de recolección, recuperación y aprovechamiento. En este sentido, la disposición de los técnicos reparadores para participar en procesos formativos confirma que la

capacitación puede convertirse en una vía efectiva para responder a la limitada gestión formal de los residuos electrónicos.

Asimismo, los hallazgos se relacionan con lo planteado por Geissdoerfer et al. (2017) y Kirchherr et al. (2017), quienes sostienen que la economía circular busca mantener el valor de los productos, componentes y materiales durante el mayor tiempo posible. Desde esta perspectiva, el modelo propuesto aporta una aplicación práctica de dichos principios, ya que utiliza los RAEE como recurso pedagógico y promueve su reutilización mediante actividades de diagnóstico, reparación, reacondicionamiento y recuperación de componentes.

De igual manera, los resultados coinciden con Bocken et al. (2016), quienes destacan que la reparación y el mantenimiento permiten extender la vida útil de los productos y reducir la demanda de nuevos recursos. En el presente estudio, la aceptación del intercambio RAEE-capacitación demuestra que los técnicos reparadores reconocen el valor funcional de los residuos electrónicos y la necesidad de fortalecer sus competencias para aprovecharlos de manera más segura, eficiente y sostenible.

Desde el ámbito educativo, los resultados guardan relación con Romero (2010) y Lascevena (2024), quienes resaltan la importancia del aprendizaje basado en la experiencia y del aprender haciendo. El modelo diseñado responde a esta perspectiva al incorporar actividades prácticas con equipos electrónicos reales, lo que permite que los participantes desarrollen habilidades técnicas en situaciones cercanas a su contexto laboral. De esta manera, la propuesta supera una visión teórica de la capacitación y plantea una formación situada, práctica y orientada a la resolución de problemas reales.

También existe correspondencia con Tobón (2013), quien sostiene que la formación basada en competencias debe integrar conocimientos, habilidades y actitudes para resolver

problemas complejos del entorno profesional. En este caso, el modelo no se limita al desarrollo de destrezas técnicas de reparación, sino que incorpora componentes ambientales, sociales y emprendedores, favoreciendo una formación integral orientada a la sostenibilidad, la empleabilidad y la generación de emprendimientos circulares.

Finalmente, los resultados se relacionan con los aportes de Espinoza et al. (2025) y UNESCO (2020), al reconocer el papel de la educación superior en la solución de problemáticas sociales y ambientales. La propuesta fortalece la vinculación universidad-comunidad mediante un mecanismo innovador de intercambio formativo, en el que los RAEE dejan de ser considerados desechos y se transforman en recursos educativos. En consecuencia, el modelo diseñado constituye una alternativa pertinente para articular docencia, vinculación, sostenibilidad y economía circular desde la universidad.

A diferencia de las investigaciones revisadas, que analizan de forma independiente la gestión de residuos electrónicos, la economía circular o la formación técnica, el presente estudio integra estos elementos dentro de un modelo universitario estructurado que incorpora el intercambio formativo con RAEE como mecanismo de acceso a la capacitación. Esta articulación constituye el principal aporte científico de la investigación, al vincular la formación por competencias, la responsabilidad social universitaria y la economía circular mediante un sistema orientado simultáneamente al desarrollo de capacidades técnicas, la valorización de residuos electrónicos y la generación de impactos ambientales y sociales sostenibles.

Conclusiones y recomendaciones

La presente investigación permitió diseñar un modelo de capacitación universitaria basado en los principios de la economía circular para técnicos reparadores mediante programas de intercambio formativo con residuos de aparatos eléctricos y electrónicos

(RAEE). El diagnóstico realizado evidenció una alta aceptación por parte de los participantes hacia la propuesta, reflejada en el interés por recibir formación especializada y en la disposición para participar en un mecanismo de intercambio de residuos electrónicos como estrategia de acceso a la capacitación. Estos resultados confirman la pertinencia de integrar procesos educativos con acciones orientadas a la gestión sostenible de los RAEE.

El modelo propuesto articula dimensiones pedagógicas, ambientales, tecnológicas, sociales y económicas dentro de una estructura sistémica que favorece el desarrollo de competencias técnicas vinculadas con el diagnóstico, reparación, recuperación y reutilización de equipos electrónicos. Asimismo, incorpora el intercambio formativo como elemento innovador que fortalece simultáneamente el aprendizaje práctico, la recuperación de materiales y la responsabilidad ambiental, promoviendo una formación integral alineada con los principios de la economía circular.

Desde la perspectiva institucional, la propuesta fortalece el papel de la universidad como agente de innovación social al establecer mecanismos de vinculación entre la academia, la comunidad, los técnicos reparadores y los gestores de residuos electrónicos. Esta articulación favorece la transferencia de conocimiento, el desarrollo de capacidades técnicas y la generación de soluciones sostenibles frente a la creciente problemática de los residuos electrónicos, contribuyendo además al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible relacionados con la educación de calidad, la producción y el consumo responsables y la acción por el clima.

El modelo constituye una alternativa viable y potencialmente replicable en instituciones de educación superior interesadas en integrar la economía circular dentro de sus programas de vinculación y formación continua.

Se recomienda que futuras investigaciones desarrollen experiencias piloto para evaluar el impacto del modelo en el fortalecimiento de competencias técnicas, la reducción de residuos electrónicos, la generación de emprendimientos sostenibles y la consolidación de alianzas estratégicas entre universidades, sector productivo y comunidad, permitiendo validar empíricamente su efectividad y escalabilidad.

Referencias bibliográficas

- Ávila Anguiano, R. (2010). Factores que afectan el uso y aceptación de tecnologías en la Dirección de Estadísticas del Sector Secundario (DESS) del Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Obtenido de <http://bdigital.dgse.uaa.mx:8080/xmlui/handle/11317/578>
- Bautista, M. D. (2026). Estrategia de Educación 2030. Obtenido de <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/2577>
- Bedoya Ramírez, J. S. (2025). Integración de tecnologías emergentes en la resiliencia urbana: un estudio de estrategias de implementación de las tecnologías emergentes para la prevención, gestión y adaptación al cambio climático en las ciudades inteligentes europeas. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstreams/4333499d-2fc0-457a-817d-45f86316023b/download>
- Branca, D. (2017). Modelos de adopción tecnológica. 10(10). Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Diego-Branca/publication/377965645_Modelo_de_adopcion_de_Innovaciones/links/65c0557034bbff5ba7eea68d/Modelo-de-adopcion-de-Innovaciones.pdf
- Castelo-Vinueza, E. M. (2024). La innovación: Retos de la educación superior en formación tecnológica. 5(2), 109-127. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/items/61643224-1e1b-42bd-a9e4-98da5ad66c9f>
- Espinal, R. M. (2017). Importancia de la gestión de políticas educativas y la influencia que tienen los organismos internacionales (OCDE, Banco Mundial, UNESCO y PREAL) en las reformas de los sistemas educativos. Revista Atlante: Cuadernos de Educación y Desarrollo (abril 2017). Obtenido de <https://www.eumed.net/rev/atlante/2017/04/politicas.html>
- Espinoza, O. (2016). El rol del Banco Mundial en la conformación de las políticas de educación superior en sociedades en desarrollo. Políticas de educação superior e docência universitária: diálogos sul-sul, 15-71. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Oscar-Espinoza/publication/312155192_El_Rol_del_Banco_Mundial_en_la_Conformacion_de_las_Politicas_de_Educacion_Superior_en_Sociedades_en Desarrallo/links/5b8fe27792851c6b7ec09e3a/El-Rol-del-Banco-Mundial-en-la-Conforma
- Fretell, B. H. (2025). Estrategias empresariales en la era de la disruptividad: Innovación y sostenibilidad como claves para el éxito en la nueva economía. Obtenido de <https://editorialalema.org/libros/index.php/alema/article/view/55>
- Hoyos Muñoz, J. A. (2021). Factores clave en los procesos de adopción de tecnología. Obtenido de <https://repositorio.altecasociacion.org/handle/20.500.13048/1938>
- Huamaní, A. (2024). Condiciones mínimas que se deben garantizar en la educación básica regular para brindar servicios con calidad y equidad: documento de trabajo. Obtenido de <https://repositorio.minedu.gob.pe/handle/20.500.12799/10063>
- Huillca, M. (2025). Efecto de la gestión financiera en la calidad educativa de la Institución
-

- Educativa Pública Señor de Huanca del Distrito de Juliaca en el 2023. Obtenido de <https://repositorio.uancv.edu.pe/items/59de4595-7dda-445c-a352-81e830651457>
- León, T. A. (2025). Formación continua docente como motor de innovación pedagógica en educación superior. Revista de Análisis y Difusión de Perspectivas Educativas y Empresariales, 5(11), 43-54. Obtenido de <https://revistascientificas.usil.edu.py/radee/article/view/127>
- Marta Lazo, C. &. (2016). Comunicación digital: Un modelo basado en el Factor Relacional. Obtenido de <https://www.torrossa.com/it/resources/an/3164128>
- Maya Barroso, L. J. (2026). Evolución de la cadena de suministro: impacto de las tecnologías disruptivas y estrategias de integración en el Caribe colombiano. Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/79582>
- Méndez, R. (Octubre de 2006). Difusión de innovaciones en sistemas productivos locales y desarrollo territorial. In III Congreso Internacional de la Red SIAL "Alimentación y Territorios". Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Ricardo-Mendez-6/publication/255601061_Difusion_de_innovaciones_en_sistemas_productivos_locales_y_desarrollo_territorial/links/53f3239a0cf2dd48950c9358/Difusion-de-innovaciones-en-sistemas-productivos-locales-y-desarro
- Mora, L. A. (2024). Industria y logística 4.0. Ediciones de la U. Obtenido de <https://books.google.com/books?hl=es&lr=&id=caYJEQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA7&dq=.+Por+ello,+la+funci%C3%B3n+log%C3%ADstica+constituye+una+herramienta+pertinente+para+estudiar+la+adopci%C3%B3n+de+tecnolog%C3%A4s+emergentes+en+entornos+digitales,+donde+el+crecim>
- Ochoa Urrego, R. L. (2015). Modelo de medición de la difusión de innovaciones en procesos al interior de organizaciones proveedoras de contenidos en línea. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/items/61643224-1e1b-42bd-a9e4-98da5ad66c9f>
- Peláez, L. P. (2024). Sembrando el éxito financiero: Convergencia entre la educación y la sostenibilidad financiera. Obtenido de <https://unl.edu.ec/sites/default/files/archivo/2024-12/Sembrando%20el%20%C3%A9xito%20financiero%20Convergencia%20entre%20la%20educaci%C3%B3n%20y%20la%20sostenibilidad%20financiera..pdf>
- Reyes, S. D. (2025). Investigación formativa en educación superior: revisión sistemática de dimensiones pedagógicas, profesionales e investigativas. Obtenido de <https://revistahorizontes.org/index.php/revistahorizontes/article/view/2378>
- Rodríguez Intriago, M. J. (2025). Calidad 4.0 en la gestión de la cadena de suministro: nuevas perspectivas y estrategias para la innovación empresarial. Obtenido de <https://repositorio.uleam.edu.ec/handle/123456789/8734>
- Rodríguez, I. R. (2022). TECNOLOGÍAS DIGITALES DISRUPTIVAS APLICADAS A LA GESTIÓN DE LA PANDEMIA POR COVID-19: UN ANÁLISIS A TRAVÉS DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA. Obtenido de <https://riuma.uma.es/rest/api/core/bitstreams/2bb53713-8654-41a8-991f->
-

c5abb0c97eda/content

- Sutta, F. U. (2024). Factores determinantes en la calidad de la gestión universitaria. *Ciencia Latina*.: Revista Multidisciplinar, 8(5), 1-32. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9726351>
- Tomala, M. A. (2025). La eficiencia del gasto público en la educación superior. *European Public & Social Innovation Review*, 10, 1-16. Obtenido de <https://epsir.net/index.php/epsir/article/view/2263>
- Trujillo Meza, B. R. (2025). Percepción de los factores limitantes en la ejecución de proyectos de infraestructura a través de las asociaciones público-privadas adjudicados por proinversión en el sector de educación en el Perú (2002-2022). Obtenido de <https://repositorio.usil.edu.pe/entities/publication/8dcfb8e9-5141-42fa-85e7-75953a493ebe>
- Vargas Barbosa, J. M. (2026). Propuesta metodológica para la mejora de sistemas de producción y servicios en la industria de residuos mediante el empleo de un gemelo digital. Aplicación en zonas de alta concentración poblacional. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/items/c611dd9f-644d-4b96-83f0-950b8ac1c45d>
- Vélez Mendoza, P. &. (2018). La planificación financiera y presupuestaria en las instituciones de educación superior de Ecuador. . *Cofín Habana*, 12(2), 280-294.
-