



Análisis de Tratamiento de los Residuos Electrónicos en la Ciudad de La Plata

Tutor Técnico: Francisco Morteo

Profesora de Trabajo Final: Marcela Samela

Alumna: Sofía L. Campos Leiva

Trabajo Final de Carrera presentado para obtener el título
de Lic. En Gestión de Tecnología Informática

Diciembre, 2024

Resumen

El presente trabajo de investigación tuvo por objetivo principal analizar el tratamiento de los residuos electrónicos en la ciudad de La Plata. Presentamos la situación actual del tratamiento que brindan los estudiantes universitarios de la Facultad de Informática de La Plata sobre los residuos electrónicos.

Para lograr el objetivo de la investigación encuestamos a trescientos treinta y cinco estudiantes, según método probabilístico finito aplicado. Adicionalmente, propusimos una guía tecnológica para incrementar la economía circular en las organizaciones y desarrollamos métodos de logística inversa con la finalidad de que los residuos electrónicos puedan ser devueltos a los productores para su disposición final. Motivados por el enorme impacto perjudicial que genera esta problemática, impulsamos un modelo de buenas prácticas tomando como referencia a los países de Japón, Suiza y Colombia.

Para el desarrollo y construcción de los gráficos se utilizó el software Power BI permitiendo observar el comportamiento, conocimiento y accionar que tienen los estudiantes universitarios de la Facultad de Informática de La Plata.

Palabras clave: buenas prácticas, economía circular, logística inversa, residuos electrónicos

Abstract

The main objective of this research work was to analyze the treatment of electronic waste in the city of La Plata. We present the current situation of the treatment provided by university students of the Faculty of Informatics of La Plata on electronic waste.

To achieve the objective of the research, we surveyed three hundred and thirty-five students, according to the finite probabilistic method applied. Additionally, we proposed a technological guide to increase the circular economy in organizations and developed reverse logistics methods so that electronic waste can be returned to producers for final disposal. Motivated by the enormous harmful impact generated by this problem, we promote a model of good practices taking the countries of Japan, Switzerland and Colombia as a reference.

For the development and construction of the graphics, the Power BI software was used, allowing us to observe the behavior, knowledge and actions of the university students of the Faculty of Informatics of La Plata.

Keywords: good practices, circular economy, reverse logistics, electronic waste

Dedicatoria

A mis padres, porque son ellos los que me dieron vida y me enseñaron que con esfuerzo todo se consigue.

A mi pareja por el acompañamiento, paciencia y apoyo en esta segunda carrera.

A mis mascotas, quienes estuvieron conmigo a lo largo de toda mi formación, haciéndome compañía durante días y noches de estudio.

Reconocimientos

Doy gracias al supremo por permitirme realizar este trabajo de investigación, a esta casa de estudios por la formación recibida, a la Dra. Marcela Samela por brindarme las herramientas necesarias y suficientes para la realización de este trabajo, al profesor Francisco Morteo que con su sabiduría y conocimiento me guió en el proceso y conclusión de esta investigación. Gracias a cada profesor que fue parte del proceso de aprendizaje de esta hermosa carrera.

Índice General

Resumen.....	2
Abstract	3
Dedicatoria	4
Reconocimientos	5
Índice General	6
Índice de Figuras	9
Índice de Tablas	10
Capítulo 1 - Introducción	11
1.1 Identificación del problema	11
1.2 Planteamiento del tema de investigación	11
1.3 Objetivo general.....	12
1.4 Objetivos particulares	12
1.5 Justificación del tema.....	13
1.6 Hipótesis	14
1.7 Cronograma operativo	14
1.8 Características del informe final	15
1.9 Contribuciones principales.....	15
Capítulo 2- Estado del Arte.....	16
2.1 Introducción	16
2.2 Principio de responsabilidad extendida del productor	17
2.3 Buenas prácticas.....	18
2.3.1 Japón.....	18
2.3.2 Colombia	19
2.3.3 Suiza	20
2.4 Tecnología blockchain para la gestión de residuos electrónicos	22
Capítulo 3 - Marco Teórico.....	24
3.1 Introducción	24
3.2 Aparato electrónico	25
3.2.1 ¿Qué es un aparato electrónico?	25

3.2.2	¿Cómo están estructurados los aparatos electrónicos?	25
3.2.3	¿Cuáles son las categorías de los aparatos electrónicos?	26
3.2.4	Laptop.....	27
3.2.5	NetBook	31
3.2.6	¿De qué están compuestos los aparatos electrónicos?	32
3.2.7	Ciclo de vida de los aparatos electrónicos	34
3.3	Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos	36
3.3.1	¿Qué son los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos?	36
3.3.2	¿Cuál es el camino que toman los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos?	36
3.3.3	¿Qué materiales se pueden recuperar de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos?	37
3.4	Economía circular	38
3.4.1	¿Qué es la economía circular?	38
3.4.2	Las siete R de la economía circular	39
3.4.3	Beneficios de la economía circular	41
3.4.4	Guía tecnológica para el incremento de la economía circular.....	41
3.5	Logística inversa	43
3.5.1	¿Qué es una logística inversa?	43
3.5.2	¿Qué Tipos de logística inversa existe?.....	44
3.5.3	Proceso de logística inversa.....	45
3.5.4	Beneficios de la logística inversa	46
3.5.5	Importancia de la logística inversa	46
3.5.6	Métodos de logística inversa	47
3.6	Obsolescencia tecnológica	50
Capítulo 4 - Herramienta Tecnológica		52
4.1	Introducción	52
4.2	Inteligencia de negocios	52
4.2.1	Definición de inteligencia de negocios.....	52
4.3	Power BI.....	54
4.3.1	¿Qué es Microsoft Power BI?.....	54

4.3.2	¿Para qué sirve Power BI?	54
4.3.3	Licencias de Power BI	55
4.3.4	Componentes de Power BI	56
4.3.5	Limpieza, Transformación y Carga de Datos	56
4.3.6	Ventajas en Power BI	57
4.4	Toma de decisiones	57
Capítulo 5 - Marco Metodológico		59
5.1	Tipo y diseño de la investigación	59
5.1.1	Tipo de investigación	59
5.1.2	Diseño de investigación	59
5.2	Población y muestra	60
5.2.1	Población	60
5.2.2	Muestra	61
5.3	Técnica e instrumento de investigación	61
5.3.1	Técnica	62
5.3.2	Instrumento	62
5.4	Técnicas de recolección y análisis de datos	63
Capítulo 6 - Procesamiento, Resultado y Análisis de Datos		64
6.1	Procesamiento de datos	64
6.1.1	Conexión a los datos desde Power BI	66
6.1.2	Modelo de datos	67
6.2	Resultados de datos y análisis	68
Conclusiones		83
Líneas Futuras de Investigación		85
Acrónimos		86
Referencias		87

Índice de Figuras

Figura 1	Imagen de una laptop.....	28
Figura 2	Partes externas de una laptop	29
Figura 3	Batería de una laptop	30
Figura 4	Adaptador de batería para laptop.....	31
Figura 5	Imagen de una netbook.....	32
Figura 6	Ciclo de vida de una computadora	35
Figura 7	Las 7R de la economía circular	41
Figura 8	Diferencias entre dato, información y conocimiento	53
Figura 9	Fórmula de muestra probabilística finita.....	61
Figura 10	Hoja de cálculo de Google SpreadSheets.....	65
Figura 11	Fila en hoja de cálculo de Google SpreadSheets.....	66
Figura 12	Conexión a los datos.....	66
Figura 13	Editor de datos de Power Query.....	67
Figura 14	Cálculo de cuenta en Power BI	67
Figura 15	Modelo de datos en Power BI	68
Figura 16	Rango de edad	69
Figura 17	Género de los estudiantes	70
Figura 18	Estudiantes que trabajan en informática.....	71
Figura 19	Cantidad de computadoras en uso	72
Figura 20	Motivos para comprar una computadora.....	73
Figura 21	Tiempo en que tarda en comprar una computadora	74
Figura 22	Conocimiento sobre residuos electrónicos y daño al medio ambiente y salud	75
Figura 23	Accionar de los encuestados sobre los residuos electrónicos.....	76
Figura 24	Cantidad de residuos electrónicos en casa.....	77
Figura 25	Conocimiento de distribuidor que recicle residuos electrónicos.....	78
Figura 26	Razones del porque no se recicla o trata la basura electrónica.....	79
Figura 27	Asistencia a charla sobre trato de residuos electrónicos	80
Figura 28	Conocimiento de empresas que recolecte residuos electrónicos	81
Figura 29	Conocimiento de una ONG que recopile residuos electrónicos en La Plata	82

Índice de Tablas

Tabla 1	Categorías de equipos de informática y telecomunicaciones	27
Tabla 2	Componentes metálicos en aparatos electrónicos.....	33
Tabla 3	Componentes no metálicos en aparatos electrónicos.....	34
Tabla 4	Las 7 "R" de la economía circular	40
Tabla 5	Componentes Power BI	56
Tabla 6	Distribución de la población	60
Tabla 7	Técnica e instrumento de investigación.....	63
Tabla 8	Variables para el análisis	64

Capítulo 1 - Introducción

1.1 Identificación del problema

El avance de la tecnología, el mejoramiento de las telecomunicaciones, la actualización de sistemas de software en los dispositivos, son alguna de las causas por las que se han incrementado el consumo de nuevos equipos electrónicos. Asimismo, gran cantidad de unidades en desuso, debido al funcionamiento que tienen por tiempo de vida útil determinada, conocida como obsolescencia programada (Nic Argentina, 2018) han propulsado de manera acelerada el aumento de los residuos electrónicos. Tal es así que, en el 2019 se generó un récord de 53,6 millones de toneladas métricas (Mt) de residuos electrónicos en todo el mundo. Los expertos mencionan que para el 2030 la generación anual de residuos electrónicos alcanzarán los 74,7 millones de toneladas métricas (Martin, 2022).

La generación de los residuos electrónicos como: laptops, netbooks, baterías y adaptadores en la ciudad de La Plata representan un problema en la actualidad. El manejo inadecuado de los residuos electrónicos puede traer consecuencias de salud pública y ambientales significativas. Por ende, es conveniente contar con herramientas de análisis y visualización que permitan monitorear, evaluar y optimizar estrategias de tratamiento de residuos electrónicos. A partir de estas afirmaciones, surge la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo tratar los residuos electrónicos para reducir la contaminación del medio ambiente?

1.2 Planteamiento del tema de investigación

La presente investigación se focaliza en analizar el tratamiento de los residuos electrónicos en la Ciudad de La Plata. La innovación tecnológica y la constante introducción de nuevos dispositivos electrónicos generan un aumento exponencial de residuos electrónicos a nivel global, aunada la falta de leyes a nivel nacional para una adecuada gestión de estos desechos, con la finalidad de evitar graves consecuencias ambientales y de salud pública.

Según Observatorio Mundial de Residuos Electrónicos (2020), en Argentina se generaron 465 mil toneladas de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) por año, por otro lado, el 60% terminaron en basurales o rellenos sanitarios, mientras que el 5% fueron recuperados

o reciclados (Perfil, 2021). La producción de residuos electrónicos está creciendo exponencialmente, esto nos desafía a implementar soluciones que involucren a toda la comunidad. Para ello, hay que repensar el comportamiento humano negativo y su impacto con el medio ambiente, ser consciente del uso y descarte de la tecnología y convertirse en agentes de cambio (Facultad de Informática, 2018).

Actualmente en Argentina no existe una ley nacional que reglamente la reutilización de los RAEE. De acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas (ONU), el país produce 300.000 toneladas de basura electrónica al año, ubicándose terceros en el ranking latinoamericano de mayores generadores de residuos electrónicos, detrás de México, con 958.000 toneladas, y Brasil, con 1.4 millones de toneladas (Foro Ambiental, 2017). Cada argentino produce en promedio 12 kilogramos de residuos electrónicos por año y se logra reciclar menos del 1% (Mayne, 2023).

Un estudio realizado por el Parlamento Europeo (2020) mencionó que, países como Croacia con el 81,3%, Estonia con 69,8% y Bulgaria con el 68,8% estuvieron avanzando en la tasa de reciclaje de residuos electrónicos. Así mismo, en el año 2020 presentó un nuevo plan de acción para la economía circular donde expresó el derecho a la reparación y la mejora de reutilización. Por otro lado en Latinoamérica, según informe de las Naciones Unidas (2022) expresó que 13 países de América Latina (Argentina, Bolivia, Chile, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá, Perú, Uruguay, Venezuela) y el Caribe no gestionaron bien sus residuos electrónicos, recuperando sólo el 3%. Mencionando además, que los desechos electrónicos aumentaron un 49% durante la última década.

1.3 Objetivo general

El objetivo general de esta investigación es presentar estrategias para optimizar el tratamiento de residuos electrónicos generado por los estudiantes de la Facultad de Informática de la Universidad Nacional de La Plata.

1.4 Objetivos particulares

- Evaluar la situación actual de la gestión de residuos electrónicos en los estudiantes de la Facultad de Informática de la Universidad de La Plata, usando la herramienta Power BI.

- Diseñar una guía tecnológica para promover la economía circular en el tratamiento de los residuos electrónicos.
- Establecer métodos de logística inversa para devolver a los productores los residuos electrónicos.
- Identificar buenas prácticas implementadas por países de Japón, Colombia y Suiza sobre el tratamiento de los residuos electrónicos.

1.5 Justificación del tema

En la presente investigación se advierte que debido a la generación de residuos electrónicos, su manejo inadecuado, la falta de una Ley Nacional de gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en la Argentina, el desconocimiento de la sociedad sobre la toxicidad de algunos de sus componentes, su correcta disposición, el comportamiento de la sociedad actual de un consumo potenciado y el creciente ritmo en que evolucionan las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC'S), han producido un enorme aumento de equipos electrónicos y en contrapartida desecho a diario de toneladas de residuos electrónicos.

En la actualidad, no se dispone de una tecnología diseñada para gestionar residuos electrónicos, analizar el tratamiento de residuos electrónicos es un tema de gran relevancia que requiere una investigación profunda y acciones concretas. La Facultad de Informática de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP), como institución dedicada a la formación de profesionales en el ámbito de las tecnologías de la información y la comunicación, no está exenta de esta problemática. La implementación de estrategias sostenibles para la gestión de RAEE no solo permitirá reducir el impacto ambiental de estos desechos, sino que también contribuirán a la formación de profesionales responsables y comprometidos con el desarrollo sostenible.

Por lo tanto, se busca en esta investigación proporcionar información relevante y fomentar una mayor conciencia entre los estudiantes universitarios y la sociedad sobre la importancia de adoptar prácticas responsables en el tratamiento de los residuos electrónicos. Así como, proponer una guía tecnológica que facilite la reutilización, reciclaje y recuperación de materiales de los residuos electrónicos que contribuya a la protección del medio ambiente y al desarrollo de nuevas oportunidades económicas en la comunidad. Establecer sistemas eficientes de recolección y

1.8 Características del informe final

El trabajo de investigación ha sido elaborado siguiendo las pautas establecidas por esta casa de estudios. Sosteniendo las definiciones investigadas durante el proceso de trabajo final y proporcionando información mediante las encuestas realizadas, logrando confeccionar conclusiones mediante los objetivos planteados permitiendo comprobar sobre la hipótesis formulada.

1.9 Contribuciones principales

Al describir la situación actual sobre el tratamiento de los residuos electrónicos que proporcionaron los estudiantes de la Facultad de Informática en la Ciudad de La Plata, se evidenció el comportamiento, conocimiento y actuación sobre la problemática de los residuos electrónicos, siendo que pretendemos resolver un problema que ocupa a la sociedad, proponiendo el estudio de buenas prácticas según modelos tomados de Colombia, Japón y Suiza. Además del desglose de una guía tecnológica para que las organizaciones con economía circular puedan incorporarlo. Adicionalmente, como parte de la investigación hemos establecido métodos de logística inversa con la finalidad que los residuos electrónicos retornen con los productores.

Capítulo 2- Estado del Arte

El presente capítulo pretende introducir al lector en los conceptos de responsabilidad extendida del productor, buenas prácticas y tecnología blockchain en la gestión de residuos electrónicos. Se abordan estos temas de manera general, con énfasis en ejemplos específicos de países que lo han implementado.

2.1 Introducción

A continuación, presentamos diferentes investigaciones desde el campo internacional, nacional y local relacionado con los residuos electrónicos como categoría principal del presente estudio. Para comenzar a indagar acerca del análisis de tratamiento de residuos electrónicos, es necesario reconocer que existe información previa que permite establecer un punto de partida, de tal forma en este apartado se recopilan estudios y reflexiones de autores que han construido el acervo sobre la temática propuesta para este trabajo.

En el Ministerio de medio ambiente del gobierno de Chile (2016) surgió la Ley de fomento al reciclaje cuyo objetivo es formalizar la industria para que las empresas del país se responsabilizaran de los aparatos electrónicos hasta el final de su vida útil. Asimismo, en el 2018 se aprobó la Ley marco para la Gestión de Residuos, la Responsabilidad Extendida del Productor y Fomento al Reciclaje, con la finalidad de crear una industria formal de recuperación y aprovechamiento de los Residuos Electrónicos.

Del mismo modo, según boletín número nueve del Proyecto de Residuos Electrónicos para Perú expresa promover una mirada transversal, identificar las necesidades, priorizar y ejecutar acciones para desarrollar cadenas de valor enfocada en una economía circular. Donde el sector público tiene como prioridad la innovación normativa, el sector privado rediseñar sus modelos de negocios, la academia tiene por finalidad la investigación e innovación y los ciudadanos aportarán con un consumo responsable (Proyecto Residuos Electrónicos América Latina, 2022).

Clinckpoor y Ferraro (2020), han llevado a cabo una investigación orientada al estudio sobre el análisis que dan al tratamiento de los residuos electrónicos respecto a los actores en la Ciudad de Mar del Plata. En los resultados, se advierte que no existe una norma que formalice y articule la gestión de los residuos electrónicos de manera integral. De tal forma, para esta

investigación es importante tomar en cuenta el análisis de los diferentes países latinoamericanos que se encuentran inmersos en esta problemática.

En la ciudad de La Plata, se ha creado un proyecto presentado por la Facultad de Informática de la Universidad de La Plata, llamado Ekoa, con la finalidad de restaurar los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, para alargar su ciclo de vida y poder darles un segundo uso, implementando un modelo de economía circular (Ekoa Unlp, s.f.).

2.2 Principio de responsabilidad extendida del productor

El principio de Responsabilidad Extendida del Productor de acuerdo con León Weilandt y Vatter Rodríguez (2020) corresponde al instrumento financiero para la gestión de residuos, que se impone generalmente a los productores de productos prioritarios, la obligación de organizar y financiar el tratamiento de los productos introducidos en el mercado, siguiendo los objetivos y obligaciones correspondientes en relación con su parte de recolectar y/o reciclar para evitar o reducir su procesamiento final, creando un ciclo durante la vida de dichos productos y sus componentes.

Varios países latinoamericanos tales como México, Costa Rica, Colombia, Perú, Chile, Ecuador y Brasil vienen implementando en los últimos años el principio de responsabilidad extendida por el productor como una de las herramientas para la gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, donde los fabricantes así como importadores de aparatos eléctricos y electrónicos deben responsabilizarse tanto legalmente como financieramente de sus productos, durante todo su ciclo de vida, incluyendo el diseño del producto y la gestión de sus residuos (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación, 2020).

Es estratégico involucrar a los fabricantes de aparatos eléctricos y electrónicos en la gestión de sus residuos para alargar la vida útil de los equipos y para facilitar la determinación de su valor una vez finalizado, porque tienen conocimiento de sus productos, los materiales y procesos utilizados en su fabricación y por tanto, pueden añadir mejoras a su propio diseño, composición y procesamiento para lograr un óptimo de niveles de desempeño ambiental (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación, 2020).

2.3 Buenas prácticas

Tomamos los casos de tres países tales como: Japón, Colombia y Suiza para conocer de cerca las medidas que han tomado estos países con relación al tratamiento de los residuos Eléctricos y Electrónicos.

2.3.1 Japón

El sistema de recolección y reciclaje de Japón rige por la Ley de Reciclaje de Electrodomésticos desde 2001 y la Ley de Reciclaje de Pequeños Electrodomésticos desde 2013, que, al igual que otros países con políticas de este tipo, se basa en la Responsabilidad Extendida del Productor (EPR). El 12 de abril de 2001 se introdujo legislación sobre la gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos para su reciclaje y procesamiento (Clerc et al., 2019).

Según la Ley de Reciclaje de Electrodomésticos, los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos se acopian principalmente en tiendas minoristas y luego se transportan a lugares de almacenamiento para su posterior reciclaje por parte de los fabricantes. En algunos casos, los consumidores llevan sus residuos de aparatos eléctricos y electrónicos directamente a los municipios cercanos, que finalmente los eliminan. Los consumidores son responsables de la eliminación adecuada de los aparatos eléctricos y del pago de las tarifas de acopio y reciclaje mediante tickets de reciclaje. El sistema se basa en que los consumidores pagan una tarifa de reciclaje a través de un ticket de reciclaje, que paga el usuario final cuando quiere reciclar aparatos eléctricos y electrónicos. Esta tarifa la fija el distribuidor u otro agente de acopio para financiar el retiro de residuos (Clerc et al., 2019).

El sistema de ticket de reciclaje de electrodomésticos utilizado en Japón fue desarrollado por la Asociación de Electrodomésticos, una entidad legal de la Asociación de Fabricantes Eléctricos y Electrónicos del país, que es responsable de recopilar la información requerida en el ticket en función de reciclaje. Los cupones de reciclaje se pueden comprar en oficinas de correos y tiendas minoristas, y su valor varía según el tipo de equipo eléctrico y electrónico. Los boletos recolectados se entregan a los productores todos los meses; el objetivo es cubrir los costos asociados con la operación de los centros de acopio regionales, el transporte de productos a las instalaciones de procesamiento y la operación de procesamiento mismo. Sin embargo, estas notas

no son suficientes para cubrir todos los costos de procesamiento y los productores son responsables de financiar los costos restantes (Clerc et al., 2019).

El sistema utiliza tickets por artículo reciclable, que se utilizan para rastrear el progreso de los residuos eléctricos y electrónicos a través del sistema de reciclaje, con números de identificación individuales, requiriendo los siguientes datos: fecha de emisión, identificador de usuario final, distribuidor, entidad jurídica, centro de acopio, tipo y modelo de producto y fabricante. Además, de esta forma los consumidores pueden saber cuándo, dónde y cómo se están reciclando sus productos desechados (Clerc et al., 2019).

Para cumplir con el monitoreo del sistema, los distribuidores, fabricantes y personas jurídicas deben conservar los tickets de reciclaje durante 3 años después de su emisión. Los consumidores que reciclan aparatos eléctricos pueden, por su parte, comprobar que sus aparatos se retiren en los puntos de acopio designados (Clerc et al., 2019). Un buen ejemplo fue que las medallas de oro, plata y bronce de los juegos olímpicos de verano del año 2020 en Tokio fueron hechas con los residuos electrónicos para los jugadores, recolectándose 50,000 toneladas de aparatos electrónicos en todo el país (Lott, 2019).

2.3.2 Colombia

Colombia, está utilizando varias tecnologías para mejorar el manejo de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. Estas tecnologías cubren todo el proceso, desde la recolección hasta el tratamiento final de los residuos. El objetivo es hacer que estos procesos sean más eficientes, reducir los costos y disminuir el daño al medio ambiente.

Desde 2010, Colombia adoptó la Resolución 1512, que regula la recolección y gestión de residuos informáticos y periféricos. La implementación de esta normativa se apoya en herramientas de gestión de residuos eléctricos y electrónicos, en particular diversos sistemas de recolección selectiva (SRS) de ordenadores y/o periféricos. Cabe mencionar que el sistema de recolección selectiva y gestión ambiental de residuos informáticos y/o periféricos es una herramienta de gestión y control ambiental que deben cumplir importadores, fabricantes y comercializadores en el cumplimiento de sus responsabilidades ambientales como empresas, consumidores y sociedad en general (Clerc et al., 2019).

Existen varias organizaciones especializadas en la gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos que se asocian con empresas para recolectar y disponer de estos dispositivos de manera adecuada. Algunas de las principales organizaciones en este ámbito son Lito, Gaia Vitare, EcoCómputo, RAEE Colombia, Red Verde, Catez y Punto Azul. Además, hay aplicaciones que ayudan a los usuarios a encontrar el lugar más cercano para llevar los aparatos que ya no utilizan, como Red Posconsumo y RecyPuntos (Universidad Pontificia Bolivariana, 2021).

Adicionalmente, se creó una aplicación móvil llamada Polyguess, disponible para Android e iOS, donde no requiere datos móviles o wifi para su funcionamiento, y está siendo usada por los gestores cuando no saben qué tipos de plásticos hay en un RAEE. Esta aplicación facilita la identificación de materiales a través de preguntas sencillas sobre las pruebas realizadas, ofreciendo un porcentaje de precisión en el reconocimiento del material (Ortiz Pimienta, 2022).

En EcoBox de Samsung se pueden depositar dispositivos pequeños y medianos de cualquier marca, como auriculares, cargadores, baterías, portátiles y smartphones. Estos contenedores de recolección están disponibles en 17 tiendas Samsung ubicadas en todo el país. De esta manera, la empresa asegura la adecuada disposición de estos residuos, previniendo la liberación de sustancias químicas dañinas para el medio ambiente y protegiendo la salud de las personas. Asimismo, los materiales recolectados se reciclan para crear nuevos productos, promoviendo así una economía circular (Samsung Newsroom Colombia, 2024).

Colombia está progresando en el uso de tecnologías para manejar los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, pero todavía enfrenta algunos retos. Es importante unir diferentes tecnologías, contar con políticas públicas efectivas y la colaboración de todos los involucrados para lograr una gestión sostenible de estos residuos.

2.3.3 Suiza

El modelo suizo de gestión de residuos electrónicos es considerado uno de los más avanzados del mundo, gracias a la participación activa del gobierno, la industria y los ciudadanos en su implementación y cumplimiento, como menciona Heinz Boni, cada vez que alguien compra una computadora, es responsable del costo de reciclar a través de una tarifa transparente. De esa

manera, cuando el aparato electrónico se vuelve obsoleto, se puede devolver a la tienda para posteriormente ser enviado al importador, cerrando así el círculo. Aunque el comprador tiene que pagar un precio de 5 dólares por este concepto, en última instancia el fabricante es responsable de recibir el dispositivo y gestionar su desenlace a empresas que se encargan de reciclaje (SWI Swissinfo.ch, 2007).

Suiza, que no tiene muchas materias primas, ha estado utilizando el principio de economía circular desde los años ochenta. Esto significa que se enfoca en el uso eficiente de los recursos y en el reciclaje de productos. El modelo circular es especialmente importante en la manera en que gestionan los residuos. Las acciones que ha tomado el gobierno suizo para fomentar la economía circular se basan en la idea de que hay que ser precavido y en el principio de quien contamina, paga. Además, se apoyan en la tecnología, la innovación y la colaboración con el sector empresarial, todo esto bajo la ley de protección del medio ambiente (Presencia Suiza, 2023).

Immark AG, parte del Thommen Group, en Suiza y líder en reciclaje de residuos electrónicos, seleccionó a la empresa Stadler para crear una nueva planta que reemplace las instalaciones anteriores. Esta planta, la más grande de su tipo en el país, procesa hasta 12 toneladas por hora en varios turnos y utiliza tecnología avanzada, como un separador balístico, que se aplica por primera vez en el reciclaje de residuos electrónicos en Suiza (Castro, 2024). Por ejemplo tenemos una empresa como Fronius que usa impresiones 3D con metal, con la finalidad de fabricar herramientas a medida, simplificando las reparaciones bajo demanda de piezas de recambio (Metales & Máquinas, 2024).

En el reciclaje, los materiales se separan utilizando tecnologías avanzadas como magnéticas, corrientes especiales que separan metales no magnéticos y sensores que identifican diferentes materiales. El hierro extraído pasa por una revisión en una cabina donde se clasifica a mano o con máquinas para asegurar que sea de alta calidad y lo más puro posible. Con relación a las unidades de trituración se instalaron sistemas automáticos que detectan y apagan incendios. Si se detecta un fuego, el sistema automáticamente saca el material en llamas del proceso y lo envía a un reducto de acero para evitar riesgos (Taylor, 2023).

2.4 Tecnología blockchain para la gestión de residuos electrónicos

Actualmente, no existe una herramienta ampliamente adoptada que utilice la tecnología blockchain en el sector del reciclaje. Sin embargo, hay algunas iniciativas pequeñas que están empezando a desarrollar aplicaciones en este ámbito, aunque todavía están en una etapa inicial. Es importante destacar que esta tecnología no busca crear nuevas técnicas de reciclaje, sino que, si se usa correctamente, puede ofrecer información confiable para tomar mejores decisiones sobre cómo reciclar y recuperar materiales valiosos de los residuos que generamos (Heura, s.f.).

Uno de los problemas de la industria de la gestión de residuos es la falta de responsabilidad y visibilidad en la cadena de gestión y tratamiento de residuos. Con el sistema actual, es imposible responsabilizar a las organizaciones o individuos por los desechos que producen y las malas prácticas de reciclaje. La responsabilidad de reducir la cantidad de residuos que acaban en los vertederos suele recaer en los productores de materias primas. Blockchain tiene la capacidad de reunir a todos los actores de la cadena de suministro (empresas, consumidores y la industria de residuos) para aumentar la visibilidad de la cadena de suministro y mostrar el impacto de cada actor en la red, mejorando así la visibilidad de todos los aspectos de la cadena de suministro, creando un nivel de responsabilidad entre los actores, no solo de los productores (Rotari, 2021).

La tecnología blockchain ofrece muchas ventajas gracias a la seguridad de los datos que maneja. Esto significa que la información guardada será confiable y no podrá ser cambiada. Además, con los "contratos inteligentes", los acuerdos entre diferentes personas o empresas se pueden cumplir automáticamente, sin necesidad de que nadie los revise (Heura, s.f.).

Una de las funciones más importantes de blockchain en este ámbito es proporcionar transparencia y trazabilidad de los residuos electrónicos almacenados en todo su ciclo de vida desde el origen hasta su eliminación. Su naturaleza descentralizada permite un registro auditable y permanente de todas las actividades en la industria de gestión de residuos. La base de datos de información sobre fuentes de residuos permite realizar auditorías para identificar organizaciones e individuos que no gestionan los residuos de manera sostenible, de modo que se puedan aplicar sanciones o hacer recomendaciones a aquellos con potencial para mejorar los residuos (Rotari, 2021).

Algunas empresas a nivel internacional están implementando la Blockchain como uso eficiente para la gestión de residuos, es así que tomamos a la empresa Arep, filial de la compañía Ferroviaria Nacional Francesa, que ha desarrollado un sistema que utiliza blockchain para recopilar información detallada sobre los residuos. Para optimizar la recolección y clasificación de residuos en las estaciones de tren, cada contenedor está conectado a la cadena de bloques mediante sensores bluetooth para realizar un seguimiento de la cantidad, el tipo y la frecuencia de recogida de residuos en la estación (Rotari, 2021).

Tetra Pak es otra organización que se suma a la tendencia al asociarse con Trade Lens, una plataforma blockchain desarrollada conjuntamente por Maersk e IBM en 2018 para conectar diferentes partes de la cadena de suministro. Una empresa sueca especializada en procesamiento, envasado y distribución de alimentos ha lanzado una plataforma digital que puede identificar cada contenedor de cartón para una trazabilidad total y aumentar la transparencia de la cadena de suministro. El uso de identificación y códigos QR provee a cada envase de cartón una identidad digital, que puede escanearse para obtener información muy valiosa sobre el producto, como su origen ético, contenido y dónde se puede reciclar el envase (Rotari, 2021).

Además de brindar transparencia en la cadena de suministro de reciclaje, blockchain también alienta a las empresas y consumidores a reciclar de manera adecuada. Por ejemplo, Plastic Bank, utilizando la plataforma blockchain de IBM, ha desarrollado un ecosistema de reciclaje que recompensa a quienes recolectan materiales de vertederos y océanos en países con sistemas de gestión de residuos ineficientes, como Haití, Filipinas, Indonesia y Brasil. La solución para el sector informal del reciclaje aporta transparencia y confianza, y permite a las personas de los países en desarrollo intercambiar residuos plásticos por dinero en efectivo o tokens impulsados por los activos de Plastic Bank e IBM Blockchain, ayudándoles a satisfacer sus necesidades (Rotari, 2021).

Capítulo 3 - Marco Teórico

Este capítulo presenta una breve introducción y aspectos teóricos relacionados con los residuos electrónicos, laptop, netbook, economía circular, logística inversa, obsolescencia programada en las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) y proponer una visión más amplia sobre el tema respecto al presente trabajo.

3.1 Introducción

En la era digital actual, los aparatos electrónicos se han convertido en una parte indispensable de nuestras vidas. Desde laptops y teléfonos móviles hasta televisores y heladeras, estos dispositivos nos brindan acceso a la información, entretenimiento y las comodidades que antes eran inconcebibles. Sin embargo, a medida que la tecnología avanza a pasos agigantados, podemos encontrar aparatos electrónicos que se vuelven obsoletos cada año, siendo que las computadoras portátiles y netbooks son las que más destacan en entornos académicos y laborales. En base a este contexto, este marco teórico proporcionará alternativas para su adecuada gestión. Asimismo, se identificará estrategias para impulsar la economía circular e implementar métodos de logística inversa para mejorar la gestión de los residuos electrónicos.

Según informe de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), se generó a nivel mundial 48,5 millones de toneladas de residuos electrónicos en el 2018, donde sólo el 20% de estos residuos se reciclan. En este sentido, la ONU estima que podríamos alcanzar los 120 millones de toneladas de residuos electrónicos en el 2050. Estos residuos representan una amenaza significativa para el medio ambiente si no se manejan adecuadamente. Los componentes de los aparatos electrónicos, como los metales pesados y los plásticos, pueden filtrarse al suelo y al agua, contaminando ecosistemas y poniendo en riesgo la salud humana (Iberdrola, s.f.).

Afortunadamente, existen soluciones para abordar este desafío. La economía circular surge como un modelo alternativo al tradicional enfoque de "extraer, usar y desechar". Esta filosofía promueve la reutilización, el reciclaje y la reducción de residuos, creando un ciclo continuo de materiales. Este sistema fomenta el uso de energía renovable, evita sustancias dañinas y diseña productos de manera inteligente para reducir al mínimo los residuos (Parlamento Europeo, 2023).

En este contexto, la logística inversa juega un papel fundamental. Esta disciplina se encarga

de gestionar el retorno de productos al final de su vida útil para su correcta reutilización o reciclaje. La implementación de estrategias de logística inversa eficientes es crucial para minimizar el impacto ambiental de los residuos electrónicos (Ar-Racking, 2023).

3.2 Aparato electrónico

3.2.1 ¿Qué es un aparato electrónico?

En términos generales, un aparato electrónico es una combinación de componentes electrónicos sistematizados en circuitos, diseñados para controlar y aprovechar señales eléctricas. Bajo este esquema, podemos inferir que un producto electrónico utiliza componentes electrónicos para realizar una variedad de funciones tales como: procesar información, controlar sistemas o realizar tareas específicas mediante el uso de circuitos electrónicos (Alegsa, 2023).

Un dispositivo electrónico es un aparato formado por diferentes partes que trabajan juntas para realizar una función específica. A diferencia de los dispositivos eléctricos, que usan la electricidad para mover cosas o generar energía, los electrónicos usan la electricidad para procesar, almacenar o enviar información. . Pueden variar ampliamente en tamaño, complejidad, función, y se encuentran en prácticamente todos los aspectos de la vida cotidiana (Fadesa Ingenieros, s.f.).

Los aparatos electrónicos constan de varios circuitos que utilizan corriente eléctrica para realizar operaciones más complejas, incluyendo otros elementos como: transmisores, chips, procesadores, etc. Todos estos componentes electrónicos están organizados en circuitos, destinados a controlar y aprovechar las señales eléctricas. Adicionalmente, se sirven de baterías para funcionar durante un tiempo determinado sin estar conectados a una fuente de alimentación, como por ejemplo, estos aparatos electrónicos pueden ser una laptop o una netbook. (JD Eléctricos, 2020).

3.2.2 ¿Cómo están estructurados los aparatos electrónicos?

Un aparato electrónico está compuesto por dispositivos de entrada que es cualquier pieza de hardware que tiene como función enviar datos a la computadora, siendo la interfaz entre el usuario y la máquina, como por ejemplo: teclado, pantallas táctiles, panel táctil, ratón, micrófono, cámara web, lápiz óptico, etc. Además tenemos a los dispositivos de proceso de información siendo cualquier dispositivo electrónico diseñado para recibir, almacenar, procesar y transmitir datos o

información, tales como: transistores, resistores, condensadores, microchips, etc. Finalmente tenemos a los dispositivos de salida como un componente electrónico que se utiliza para mostrar o transmitir información desde una computadora u otro dispositivo electrónico hacia el usuario u otro dispositivo. Por ejemplo: pantallas, impresoras, auriculares, etc. La mayoría de estos dispositivos contienen otros elementos fundamentales para su funcionamiento, como son: carcasa de protección, placas de circuitos impresos y alimentación (Editorial Etecé, 2021).

Los dispositivos de entrada, también llamados periféricos de entrada, son herramientas que permiten a los usuarios enviar datos o comandos a la computadora para que esta los procese. Estos datos se transforman en señales eléctricas que la computadora almacena y utiliza para ejecutar las acciones solicitadas. Los aparatos electrónicos de entrada son la forma en que las personas se comunican con la computadora. Sin ellos, no podríamos darle órdenes ni hacer cambios en lo que está haciendo el sistema (Rhoton, 2024).

Por otro lado, los dispositivos de salida de una computadora son aparatos que muestran o entregan al usuario la información procesada por el sistema. Su función es transformar los datos de la computadora en algo que las personas puedan entender, como texto, imágenes o sonido. Estos dispositivos se usan para mostrar, proyectar o reproducir la información de forma que las personas puedan verla o escucharla. Los más comunes en una computadora son las impresoras, que permiten obtener la información en papel, y los monitores, que muestran la información en una pantalla (Lifeder, 2020).

Los dispositivos de entrada y salida se diferencian por cómo fluye la información. Los de entrada permiten enviar datos a la computadora para que los procese, mientras que los de salida toman esa información procesada y la muestran o la entregan al usuario en otro formato (Rhoton, 2024).

3.2.3 *¿Cuáles son las categorías de los aparatos electrónicos?*

Cabe mencionar a la resolución 389/10 del Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible en Argentina, donde menciona las categorías de los aparatos electrónicos en su artículo siete inciso tercero, en lo que respecta para este trabajo de investigación, a los equipos de informática y telecomunicaciones, detallando en el anexo uno, sobre cada equipo en el cual será

expuesto a continuación en la Tabla 1 mostrando su características (Provincia de Buenos Aires, 2010).

Tabla 1

Categorías de equipos de informática y telecomunicaciones

Equipos de informática y telecomunicaciones	Características
Proceso de datos centralizado	Grandes ordenadores, miniordenadores y unidades de impresión.
Sistemas informáticos personales	Ordenadores personales (incluyendo mouse, unidad central, pantalla y teclado).
	Ordenadores portátiles (incluyendo mouse, unidad central, pantalla y teclado).
	Ordenadores portátiles tipo notebook.
	Ordenadores portátiles tipo notepad.

Nota. Adaptada de *Resolución 389/10*, de Provincia de Buenos Aires, 2010, (<https://normas.gba.gob.ar/documentos/VmRqXQFl.html>)

3.2.4 Laptop

Los portátiles, también conocidos como notebooks o laptops, son computadoras pequeñas y livianas que puedes llevar a cualquier lugar con facilidad. Existen diferentes tipos de portátiles en el mercado, y generalmente con pantallas de 13 pulgadas o menos, y suelen pesar menos de 1,5 kg. Aunque son pequeños, ofrecen más capacidad de almacenamiento y procesamiento que muchas computadoras de escritorio (Profesional Review, 2022).

La laptop contiene los mismos componentes que una computadora de escritorio, pero con algunos cambios en las dimensiones, convirtiéndola en una computadora delgada con pantalla, teclado y mouse. Hace que la portabilidad sea fácil y sencilla de llevar a cualquier lugar y puede funcionar con una batería o un tomacorriente de pared mientras se carga (Informática Moderna, s.f.).

A lo largo del tiempo y con el avance de la tecnología, las notebooks han ido ganando cada vez más popularidad. Los componentes se han hecho más pequeños y sus capacidades han

mejorado enormemente, creando equipos muy poderosos que pueden realizar cualquier tarea, ya sea en el trabajo o para el entretenimiento. Hoy en día, existen notebooks para todo tipo de necesidades, y lo mejor es que podemos llevarlas a cualquier lugar sin dificultad, algo que las computadoras de escritorio no pueden hacer (Primer Plano Quilmes, 2023).

En la Figura1 se muestra una imagen de una laptop pudiendo ésta variar en tamaño, potencia y características.

Figura 1

Imagen de una laptop



Nota. Reproducido de *Laptop y Ultrabook*, de Informática Moderna, s.f.,

(<https://www.informaticamoderna.com/Laptop.htm>)

Características de una laptop. Una laptop cuenta con las siguientes propiedades: a) Microprocesador, conceptualizado como el cerebro responsable de la ejecución de todas las operaciones aritméticas y lógicas necesarias en el procesamiento de datos. Por ejemplo: Intel, Micro dispositivos avanzados (AMD). b) Memoria de Acceso Aleatorio (RAM), es una memoria rápida cuya tarea es almacenar temporalmente la información necesaria para el funcionamiento del ordenador. c) Soporte de asociación internacional de tarjetas de memoria para equipos personales (PCMCIA), integrado por una ranura estándar para uso en portátiles, donde se permite conectar una gran cantidad de dispositivos, incluidos lectores de tarjetas digitales (memoria SD, memoria xD, memoria Smart Media, etc.), tarjetas de red inalámbrica, etc. d) Disco duro, es un dispositivo de almacenamiento magnético en el que se almacena la mayor cantidad de datos de la computadora porque contiene el sistema operativo (Microsoft Windows, alguna versión de Linux o Apple MacOS), aplicaciones y archivos creados por el usuario, por ejemplo: texto,

hojas de cálculo, música comprimida, vídeos, etc. e) Tamaño y tipo de pantalla, es la diagonal de la pantalla plana que integran en pulgadas normalmente 12,1-15,4 pulgadas, mientras que los tipos pueden ser pantalla LCD, pantalla TFT, pantalla LED, pantalla giratoria y pantalla con características táctil integrada (pantalla táctil). f) Sistema operativo y aplicaciones, es un conjunto de programas encargados de actuar como intérprete entre una computadora y una persona, y de reconocer dispositivos y ejecutar aplicaciones, como por ejemplo: office, archivos, compresión, reproductores de sonido y vídeo, etc. (Informática Moderna, s.f.). g) Unidad de estado sólido (SSD), es un dispositivo que almacena datos, generalmente dentro de una computadora. Estos dispositivos de almacenamiento ofrecen una velocidad y latencia significativamente mejores que los discos duros (López, 2020).

Partes externas de una laptop. Una laptop consta de las siguientes partes: 1) Cámara web, donde se graba vídeo para transmitir a través de internet. 2) Pantalla LCD, siendo plana y de alta resolución, pudiendo tener además funciones especiales como rotación o táctil. 3) Puertos laterales, incluyendo lector de memorias digitales y bus universal en serie (USB). 4) Base, donde se conecta el espacio para colocar la batería. 5) Cubierta, protegiendo los circuitos internos y le da apariencia a la computadora. 6) Teclado, utilizándose para ingresar datos y mover el cursor. 7) Puertos laterales, incluye USB, tarjetas de memoria, interfaz multimedia de alta definición (HDMI), etc. (Informática Moderna, s.f.). Para una mejor comprensión se puede observar la Figura 2 en la que enumera cada parte externa de una laptop.

Figura 2

Partes externas de una laptop



Nota. Reproducido de *Partes externas que componen la laptop*, de Informática Moderna, s.f.,

(<https://www.informaticamoderna.com/Laptop.htm>)

Alimentación de las laptops. La alimentación que se dan a las laptops es mediante una batería, por ende es la parte importante de una laptop que le da energía para que funcione sin necesidad de estar conectada a un enchufe. Su duración varía según el uso, pero puede mantener el portátil encendido por varias horas (Globalitec, s.f.). La BBC News Mundo (2021) comenta, que concuerda con su colega Phil Jakes, director de Tecnología Estratégica e ingeniero principal de Lenovo, sobre limitar la cantidad máxima de carga de una laptop al 80%, debido a que permite maximizar la salud de la batería, minimizando su degradación provocadas por las altas temperaturas. Como se puede visualizar en la Figura3 una imagen de batería de una laptop.

Figura 3

Batería de una laptop



Nota. Reproducido de *Alimentación de las laptop*, de Informática Moderna, s.f., (<https://www.informaticamoderna.com/Laptop.htm>)

Otra opción de alimentación es un adaptador que se conecta directamente a la pared para que la batería se pueda cargar mientras está en uso (Informática Moderna, s.f.). Los cargadores de laptops son elementos fundamentales para mantener nuestros equipos funcionando sin interrupciones. Aunque parecen simples, están formados por piezas importantes que aseguran que la energía llegue de forma segura y eficiente a la laptop. Con un buen cuidado, un cargador puede durar mucho tiempo y garantizar que siempre tengas tu laptop lista para usar (Printer Computer Service, s.f.). En la Figura 4 reflejo un adaptador sin las especificaciones.

Figura 4*Adaptador de batería para laptop*

Nota. Reproducido de *Alimentación de las laptop*, de Informática Moderna, s.f., (<https://www.informaticamoderna.com/Laptop.htm>)

3.2.5 NetBook

La Netbook es un término acuñado por Intel, también conocido como minilaptop, contiene la misma arquitectura que un ordenador de escritorio, pero con algunos cambios en sus dimensiones y componentes, convirtiéndolo en un ordenador muy ligero, con pantalla, teclado y ratón integrados en un dispositivo muy pequeño y refinado. Cuenta con un dispositivo muy pequeño y preparado para conectarse a las redes de área local. Se puede mover y utilizar de forma fácil y sencilla en cualquier lugar, porque tiene un tamaño bastante pequeño (incluso más pequeño que un ordenador portátil) y puede funcionar con una batería o con un enchufe de pared mientras se carga. (Informática Moderna, s.f.).

Las netbooks surgieron como pequeñas computadoras y sencillas pensadas para complementar otros dispositivos y enfocadas principalmente en el ámbito educativo. Con el tiempo, se volvieron muy populares, especialmente entre estudiantes, blogueros y personas que usan su portátil principalmente para navegar en internet, siendo muy livianos y, por lo general, no tienen unidad de CD o DVD. Aun así, cuentan con un teclado pequeño que permite escribir textos y realizar otras tareas básicas (Rouse, 2024). A continuación muestro una imagen de una netbook según Figura5 para su visualización.

Figura 5*Imagen de una netbook*

Nota. Reproducido de *La Netbook – MiniLaptop*, de Informática Moderna, s.f.,

(<https://www.informaticamoderna.com/Netbook.htm>)

Características de una netbook. Se presenta algunas de las características comunes de las netbooks como: a) Pantalla, siendo ser más pequeñas que las portátiles tradicionales y de alta resolución. b) Peso, de dos kilogramos. (Definición.de, 2023) c) Microprocesador, que es el cerebro encargado de realizar todas las operaciones aritméticas y lógicas necesarias en el procesamiento de datos. d) Memoria de Acceso Aleatorio (RAM), contando con una memoria rápida cuya tarea es almacenar temporalmente la información necesaria para el funcionamiento del ordenador. e) Tarjeta de video con circuitos y chips especiales, que se encargan de acelerar los gráficos en la pantalla con el procesador gráfico llamado unidad de procesamiento gráfico (GPU) y memoria de acceso aleatorio (RAM). f) Almacenamiento primario, puede ser un disco duro SATA o unidad de estado sólido (SSD) (Informática Moderna, s.f.).

3.2.6 ¿De qué están compuestos los aparatos electrónicos?

Así mismo, cabe agregar que los aparatos eléctricos y electrónicos están compuestos en su mayoría por componentes metálicos y no metálicos tales como: bario, cadmio, cobre, plomo, hierro, plástico, aluminio, oro, plata, etc. (Mirela, 2018). Estos aparatos están hechos con diferentes materiales, algunos muy útiles y otros pueden ser peligrosos. Sustancias como el plomo, el mercurio y el cadmio, que se encuentran en muchos de ellos, pueden dañar gravemente el medio ambiente y la salud. Por ejemplo, dentro de los componentes metales que contienen toxicidad se encuentra el plomo que puede afectar el desarrollo del cerebro, especialmente en los niños. El

mercurio puede dañar el sistema nervioso y los riñones. Si estamos expuestos a estos materiales por mucho tiempo, pueden causar problemas de salud graves, por lo que es muy importante manejar bien los desechos electrónicos (SAP Concur, 2022). En la Tabla 2 se muestra los componentes de materiales metales.

Tabla 2

Componentes metálicos en aparatos electrónicos

Componentes	Aparato Electrónico
Materiales Metales	
Cadmio	Son usados en las baterías recargables.
Mercurio	Usado para los interruptores.
Cobre	Se utiliza para las tarjetas madre y cables conectores.
Hierro	Es usado en el motor del disco duro.
Aluminio	Se localiza en parte de la estructura de la portátil. Además contiene el microprocesador.
Oro	Se usan en los microprocesadores.
Plomo	Es usado alrededor de los conductores internos.
Plata	Une la placa del microprocesador a la base del disparador para refrigerar el procesador.

Nota. Adaptada de *Minerales en la Computadora – Materiales Metales*, Mirela, Rosa, 2018, (<https://prezi.com/p/gomz7m-fchex/minerales-en-la-computadora/>)

Asimismo la empresa HP presentó tres portátiles de la línea Pavilion (modelos 13, 14 y 15) que tienen un enfoque sostenible. Estos equipos están fabricados con plástico reciclado recuperado del océano y vienen en cajas hechas de fibras recicladas y certificadas. Este desarrollo demuestra el compromiso de HP con el cuidado del medio ambiente (Redacción EC, 2020). En Tabla 3 se expone los componentes de materiales no metales.

Tabla 3*Componentes no metálicos en aparatos electrónicos*

Componentes	Aparato Electrónico
Materiales No Metales	
Fósforo	Usado para aumentar el rendimiento del motor y maximizar la energía de la portátil.
Vidrio	Lo usan los componentes para funcionar dentro de los circuitos.
Poliuretano o Plástico	Se encuentra dentro de las tarjetas que necesita una portátil.

Nota. Adaptada de *Minerales en la Computadora – Materiales no Metales*, Mirela, Rosa, 2018, (<https://prezi.com/p/gomz7m-fchex/minerales-en-la-computadora/>)

3.2.7 Ciclo de vida de los aparatos electrónicos

Como muchas otras cosas en la vida, las computadoras tienen un ciclo de vida. Comienza con su creación y finaliza con su eliminación y posterior reciclaje. Una computadora tiene una vida útil estimada de unos 4 años. Sin embargo, esto no significa necesariamente que dejará de funcionar, sino que caducará. La razón es que actualmente la tecnología avanza rápidamente, por ello se crean nuevos componentes con mayor potencia, eficiencia y calidad. Esto crea la necesidad de actualizar los componentes de la computadora (Explicación.Net, s.f.).

Los ordenadores se componen de cuatro etapas donde en cada una están inmersas dos fases cada uno. La primera etapa es materia prima y producción, el paso de obtención de materias primas para fabricar cada parte del dispositivo puede ser, por ejemplo, cobre, aluminio, hierro, silicio; y se obtiene de determinadas empresas responsables de su tratamiento. Así se fabrican placas base, procesadores y otros componentes esenciales para el funcionamiento de la computadora. Las empresas que fabrican componentes como Intel, empresa de micro dispositivos avanzados (AMD), etc. envían sus productos a empresas que ensamblan computadoras como Lenovo, HP y Microsoft, etc. donde se van a ensamblar los dispositivos para que sean funcionales y estén listos para el consumidor (Explicación.Net, s.f.).

La segunda etapa es embalaje y transporte donde una vez ensamblada la computadora, estará lista para ser empacada. Una vez empaquetada la computadora, está lista para su transporte a locales comerciales para su posterior venta. La tercera etapa es distribución y consumo, donde los ordenadores llegan a distribuidores, que serían tiendas y comercios. Allí, el consumidor puede comprar el producto y utilizarlo según sus deseos. Una computadora se puede utilizar tanto en casa como en la oficina, y es útil para muchos propósitos como: entretenimiento, trabajo, educación y más. Durante esta etapa se realiza el mantenimiento de la computadora y en ocasiones se actualizan sus componentes y sistema operativo. De esta forma, el usuario podrá alargar la vida útil de su dispositivo (Explicación.Net, s.f.).

Finalmente la cuarta etapa es eliminación y reciclaje, en cierto momento, la computadora se vuelve obsoleta y necesita ser reemplazada por un dispositivo nuevo y mejor. Sin embargo, es posible que algunos componentes antiguos de la computadora puedan resultar útiles a fin de garantizar un nuevo uso y recuperación de estos desechos. Los materiales informáticos también se pueden reciclar para su uso posterior, lo que ayuda a cuidar el medio ambiente. Una vez que se retira el dispositivo y se reciclan sus piezas, el ciclo comienza nuevamente. Los materiales reciclados se pueden utilizar como materia prima para equipos nuevos. Se fabrican, empaquetan, distribuyen y ejecutan en todas las etapas del ciclo de vida de la computadora. Para una mejor comprensión paso a mostrar una Figura6 donde se puede apreciar las etapas por las que están compuestas el ciclo de vida de un ordenador (Explicación.Net, s.f.).

Figura 6

Ciclo de vida de una computadora



Nota. Reproducido de *Ciclo de Vida de una Computadora*, Ciclo de Vida, s.f, (<https://ciclodevida.net/de-una-computadora>)

3.3 Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos

3.3.1 *¿Qué son los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos?*

Los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos son aparatos alimentados por energía eléctrica, que han llegado a la finalización de su vida útil, o ya no es necesario y, por lo tanto, se desecha. Estos residuos incluyen una amplia variedad de aparatos y componentes tales como teléfonos móviles, computadoras, impresoras, escáneres, cámaras fotográficas y televisores, entre otros (Nic Argentina, 2018).

En esta misma línea, según Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible en su resolución 289/10 en el artículo dos, inciso “b” establece por residuos de aparatos eléctricos y electrónicos como los aparatos eléctricos y electrónicos fuera de uso y todos aquellos componentes, subconjuntos y consumibles que forman parte del producto en el momento en que se desecha (Argentina Ambiental, 2020).

Por otro lado, se denominan residuos electrónicos a aquellos dispositivos que han sido utilizados en el campo de la informática, telecomunicaciones, entretenimiento o negocios, y que al tener un determinado tiempo de vida útil son considerados irreparables. No obstante, en su mayoría dichos residuos pueden ser reaprovechables ya sea en forma total o parcial (Arévalo Reyna, 2017).

Los RAEE pueden contener materiales peligrosos, como plomo, mercurio, cadmio y otros metales tóxicos, así como sustancias que son perjudiciales para el medio ambiente y la salud humana. Por esta razón, la gestión adecuada de los residuos eléctricos y electrónicos es esencial para evitar la contaminación y promover la recuperación de materiales valiosos a través del reciclaje y la disposición segura de estos dispositivos (Flores, 2023).

3.3.2 *¿Cuál es el camino que toman los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos?*

Una vez eliminados definitivamente los Aparatos Eléctricos y Electrónicos, sus residuos pueden tomar diferentes caminos. La situación más común es el almacenamiento indefinido, que se da tanto entre consumidores individuales como entre pequeñas instituciones públicas y privadas. Una proporción menor participa de alguna manera en un proceso que intenta recrear un material o función en ciclos formales e informales; otra parte va directamente al entierro y destrucción final;

otra parte termina con los residuos electrónicos en la vía pública y vertederos o depósito de chatarra, sujeto a disponibilidad. De la generación de 53,6 millones de toneladas de RAEE en 2019, simplemente se están gestionando bien en todo el mundo 9,3 millones de toneladas, poco más del 17%. Los 44,3 millones de toneladas restantes (más del 82%) se estima que entre el 7 y el 20% del total de RAEE producidos se exporta, principalmente de países desarrollados a países en desarrollo, de forma legal o ilegal. Además, una cantidad desconocida, se almacena en hogares e instituciones, y otra parte va directamente a basurales y rellenos sanitarios. El escenario más probable es que tarde o temprano la mayoría de los residuos acaben en un vertedero, un basural o, en el mejor de los casos, un relleno sanitario. Si analizamos los indicadores de reciclaje de RAEE por regiones a nivel mundial, el 42,5% en Europa está gestionado adecuadamente, en América del Norte, el 15%, mientras en Sudamérica, sólo se administró el 0,7% (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación, 2020).

El ritmo de vida y los hábitos de consumo en las sociedades desarrolladas actuales, han propiciado que este tipo de residuos crezca a un ritmo tres veces superior al del resto de residuos sólidos urbanos, por lo que es fundamental que sean reciclados de forma adecuada para evitar su impacto perjudicial sobre el medio ambiente y la salud de las personas (Ecotic, s.f.).

3.3.3 ¿Qué materiales se pueden recuperar de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos?

Los materiales valiosos que se pueden reciclar en los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos son: A) Metales ferrosos y no ferrosos: chatarra de hierro, aluminio y cobre. La chatarra de hierro proviene principalmente de armarios de equipos y piezas de equipos sueltos. Sus ventas son enviados en grandes cantidades al mercado local y su precio es bajo en el mercado. Su valor se puede incrementar realizando pequeños cortes con tijeras o equipo y recolectar grandes volúmenes para acceso directo. El cobre se extrae principalmente pelando las pantallas de los tubos de rayos catódicos y quitando los cables. El aluminio se obtiene de fuentes externas, del disipador de calor del procesador y otras partes de la carcasa del dispositivo. B) Plástico, los cuales se deben clasificar adecuadamente antes de su procesamiento, una vez separados y clasificados son prensados y enfardados, tal es así que los plásticos que contienen sustancias peligrosas como plomo, cadmio deben ser removidos y tratados según procedimiento establecido para cada caso.

C) Vidrio, para vender los distintos tipos de vidrio que se encuentran en los monitores de Tubo de Rayo Catódico (CRT), deben separarse y procesarse según sus diferentes propiedades, después del procesamiento, se venderán diferentes tipos de productos en diferentes mercados. D) Plaquetas o placas de circuito impreso, son altamente contaminantes y contienen componentes contaminantes, están compuestos de metales comunes (cobre, estaño) y metales preciosos (oro, plata, platino y sus derivados). Las plaquetas se exportan para Bélgica, Suecia, Alemania, Estados Unidos y Suiza (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación, 2020).

En Ámsterdam, Microsoft implementó un Centro Circular piloto que logró reducir el tiempo que los servidores están fuera de servicio y mejorar la reutilización de sus piezas. Esto permitió a los proveedores de la empresa reciclar y recomprar partes de servidores y equipos de red. Además, se reducirán los costos y las emisiones de carbono al evitar transportar el hardware a otras instalaciones. Microsoft planea que estos Centros Circulares reutilicen hasta el 90 % de sus servidores y componentes para 2025, promoviendo un enfoque más sostenible en la gestión de sus centros de datos (Microsoft, 2020).

Para gestionar los residuos de manera efectiva, es esencial contar con datos claros y precisos. Esto requiere una metodología estándar, mayor transparencia y mejor calidad en la información. Sin estos datos confiables, es difícil entender el impacto de las decisiones, establecer objetivos claros y medir el progreso. Además, sería útil un estándar común en la industria para calcular la huella de los residuos, lo que facilitaría la comparación y mejora de las prácticas (Microsoft, 2020).

3.4 Economía circular

3.4.1 ¿Qué es la economía circular?

La economía circular es definida como un sistema industrial, que es restaurativa o regenerativa por intención y diseño. El concepto de fin de vida es reemplazada por la restauración, con avance hacia el uso de energía renovable, apartándose del uso de productos químicos tóxicos y apuntando a la eliminación de residuos a través del diseño superior de materiales, manteniéndolos en su mayor utilidad y valor (Martin, 2022).

Este sistema económico de circuito cerrado está centrado en reducir la extracción de

materias primas y utilizar productos y materiales que llegan al final de su vida útil devolviéndolos a la economía. A diferencia del modelo económico tradicional, que se centra principalmente en la producción, el uso y la eliminación, la economía circular sigue el enfoque de las 3 "R": reducir, reutilizar y reciclar. Es decir, se reduce el desperdicio y la entrada de nuevos recursos; se maximiza el uso de productos y materiales; y cuando el producto alcanza su ciclo de vida, se reutiliza para realizar las mismas o diferentes funciones (Parlamento Europeo, 2023).

Varios autores han contribuido al desarrollo del concepto de economía circular, por lo que no se puede determinar su origen o fecha concreta. Pero sí sabemos que a finales de la década de 1970, un pequeño grupo de científicos y empresas comenzaron a aplicar esta estrategia a los sistemas económicos y procesos industriales modernos (Ecozap, 2023).

Bajo este contexto, el concepto de modelo de negocio circular se refiere a un enfoque sostenible para gestionar estos desechos con el objetivo de minimizar la generación de residuos, reducir el impacto ambiental y aprovechar al máximo los recursos contenidos en los dispositivos electrónicos. En lugar de seguir el modelo lineal de tomar, hacer y desechar, en la economía circular se busca cerrar el ciclo de vida de los productos electrónicos a través de varias estrategias como: alquilar, reutilizar, reparar, renovar, reciclar materiales y productos existentes todas las veces que sea posible para crear un valor añadido (Parlamento Europeo, 2023).

Durante este tiempo, los productos que se reintroducen en el sistema de adquisiciones deben someterse a procesos rediseñados y actualizados para seguir siendo competitivos. Estas medidas no sólo proporcionarán beneficios ambientales, sino que también traerán beneficios a la economía regional. Las ciudades necesitarán una fuerza laboral especializada para tareas como el reciclaje y la renovación de productos. El fin principal de la economía circular es encontrar un equilibrio entre sostenibilidad y progreso (Vassallo, s.f).

3.4.2 Las siete R de la economía circular

La economía circular se basa en un enfoque sostenible que busca reducir al máximo la generación de residuos y promover la reutilización, la recuperación y el reciclaje de recursos. Estas siete palabras que empiezan con la letra R describen perfectamente el modelo circular (Reciclamás, 2020), según expuestas en Tabla 4:

Tabla 4*Las 7 "R" de la economía circular*

Las 7 “R” de la Economía Circular	Característica
Reducir	Minimiza la producción, el consumo innecesario de aquellos objetos que no usamos para que otros lo usen o para reciclar.
Reutilizar	Incluye la reparación y la renovación de productos.
Refinanciar	Se centra en modelos de negocio que permiten a las personas acceder a productos y servicios en lugar de poseerlos, lo que puede reducir la demanda de recursos y promover el uso compartido.
Reciclar	Se enfoca en la recuperación de materiales valiosos a partir de productos al final de su vida útil para crear nuevos productos.
Recuperar	Se refiere a la extracción y recuperación de materiales que anteriormente han sido usados para reintroducirlos en el proceso de producción y de esta manera, darles una segunda vida útil.

Nota. Adaptada de *Descubre Las 7Rs De La Economía Circular*, Reciclamás, 2020
 (<https://reciclamas.eu/blog/descubre-las-7rs-de-la-economia-circular/>)

Según se observa en la Figura7 estas siete R trabajan en conjunto para promover un enfoque más completo y sostenible en la gestión de recursos, reducir el desperdicio y mitigar el impacto ambiental negativo.

Figura 7*Las 7R de la economía circular*

Nota. Adaptada de *Economía Circular y la Importancia de las 7 R*, Molino de Jaranda, 2022, (<https://www.molinodejaranda.es/economia-circular-y-las-7r/>)

3.4.3 Beneficios de la economía circular

La economía circular nos proporciona beneficios donde prima la innovación tecnológica, ahorro neto en costes de materiales, menor dependencia de los mismos y mayor seguridad de suministro, ahorros en bienes de consumo, nuevas formas de comunicar, aumentar la fidelidad del cliente, mejor competitividad, sostenibilidad, mejor eficiencia, productividad, mejor rentabilidad de productos y procesos, reducción de emisiones globales, y minimización de impactos ambientales causados por los procesos de extracción de materiales (Penosil, 2021).

Microsoft tiene un plan para reducir casi toda la cantidad de residuos que genera, al mismo tiempo que reutiliza, redestina o recicla diferentes tipos de desechos, como los electrónicos, de construcción y demolición, peligrosos y los de composta. Para lograrlo, creará los primeros Centros Circulares de Microsoft, donde se reutilizarán y redestinarán los servidores y otros equipos en sus centros de datos. También eliminarán los plásticos de un solo uso en los empaques y mejorarán su forma de contar los residuos mediante tecnología. Además, harán nuevas inversiones en fondos de sostenibilidad y buscarán que sus empleados colaboren para reducir su propios residuos electrónicos (Microsoft, 2020).

3.4.4 Guía tecnológica para el incremento de la economía circular

Una economía circular se centra en reducir, reutilizar, reciclar y renovar recursos para minimizar el desperdicio y optimizar el uso de los recursos. Para mejorar la flexibilidad y eficiencia

en la implementación de prácticas de economía circular, se puede considerar la aplicación de diferentes tecnologías. Aquí hay algunas técnicas clave que pueden ayudar a la eficiencia e incremento de la economía circular:

Internet de las cosas (IoT). Proporciona el seguimiento en tiempo real de procesos y recursos, puede ayudar a optimizar el uso de materiales y energía. Los sensores y dispositivos conectados pueden proporcionar información valiosa sobre el estado y el rendimiento de los activos y productos a lo largo de su ciclo de vida. Gracias al desarrollo de la tecnología, se permite evitar costosas inversiones en infraestructura y desarrollar habilidades en un mundo de constante cambio (IBM, s.f.).

Big data y analítica avanzada. El análisis de grandes conjuntos de datos puede ayudar a identificar patrones y oportunidades para mejorar los procesos de gestión de recursos y residuos. Esto puede conducir a una toma de decisión más informada y a identificar áreas donde el tráfico circular se puede implementar de manera más efectiva. La información sobre la cantidad, composición y ubicación de los residuos ayuda a las empresas a identificar oportunidades de reducción, reciclaje y reutilización. Además, el análisis de datos facilita el seguimiento de la cadena de suministro de los materiales utilizados en los productos. Por otro lado, ayuda a encontrar formas de cerrar el ciclo de vida de los productos a través de la economía circular, que promueve la reutilización y el reciclaje de materiales (Riveros, 2023).

Blockchain. La tecnología blockchain se puede utilizar para rastrear el origen y el flujo de materiales a lo largo de la cadena de suministro, facilitando la trazabilidad y la transparencia. Esto es crucial para garantizar que los productos y materiales reciclados cumplan con los estándares y regulaciones. Blockchain es un tipo de tecnología de contabilidad distribuida que utiliza bloques de datos interconectados protegidos por una firma cifrada para evitar piratería. También cuenta con contratos inteligentes que se pueden programar para emitir automáticamente contratos o acciones cuando se cumplen ciertas condiciones. En blockchain, los datos se almacenan en una red descentralizada, lo que significa que ningún jugador puede controlar todo el sistema y la transparencia está garantizada (Díaz, 2023).

Impresión 3D. Permite la personalización del producto y la producción local, lo que reduce la necesidad de transporte y minimiza el desperdicio de material. También facilita la reparación y

reciclaje de piezas y productos. Las empresas ven la impresión 3D como uno de los activos más importantes para fortalecer su cadena de suministro, lo que demuestra el crecimiento de las inversiones en esta tecnología. Los responsables de la toma de decisiones también ven una clara oportunidad para acelerar la innovación con esta solución (García V. ,2020).

Inteligencia artificial (IA). Se puede utilizar para pronosticar la demanda de productos y optimizar la gestión de inventario, reduciendo la sobreproducción y el desperdicio de recursos. También puede mejorar la automatización del reciclaje y la recuperación. La inteligencia artificial desempeña un papel crucial en la mejora de la eficiencia y eficacia de los sistemas de gestión de residuos. Por ejemplo, los robots impulsados por inteligencia artificial pueden clasificar y separar los desechos con mayor precisión y rapidez que los trabajadores humanos, lo que reduce la cantidad de desechos que terminan en los vertederos y mejora las tasas de reciclaje. Los algoritmos de aprendizaje automático también se pueden utilizar para analizar datos de residuos y predecir patrones de generación de residuos, lo que permite una mejor planificación y optimización de los procesos de recolección y eliminación de residuos. Además, la IA puede ayudar a identificar oportunidades para reducir el desperdicio y utilizar recursos mediante el análisis de los ciclos de vida de los productos y las operaciones de la cadena de suministro (Recicleye, s.f).

Robótica. Ofrece soluciones para la optimización de procesos industriales, la eficiencia energética y una movilidad más limpia, extendiéndose a la fabricación y la gestión de residuos. Se pueden utilizar robots para automatizar el desmontaje, el reciclaje y la reutilización de productos, desempeñando un papel importante en la recuperación de materiales valiosos de productos al final de su vida útil (García G., 2023).

3.5 Logística inversa

3.5.1 ¿Qué es una logística inversa?

La logística inversa corresponde al proceso de planificar y controlar el retorno de los productos desde los puntos de consumo o hasta el usuario final fabricante o distribuidor para su recuperación, reparación, reciclaje o eliminación (Ar-Racking, 2023). Implica la gestión eficiente del flujo de productos desde el consumidor o el destino final de un producto de vuelta hacia el fabricante o el lugar de origen, con el propósito de devolver, reciclar, reacondicionar, o disponer adecuadamente de los productos y materiales. En otras palabras, se refiere a la gestión de los

productos que ya han sido utilizados por el consumidor y que ahora deben ser recuperados y tratados de manera adecuada.

Como expresa Frumento (s.f.) la logística inversa es el proceso de trasladar productos de los clientes a los proveedores mediante procesos como devoluciones, cambios o reciclaje. Este enfoque es importante tanto desde una perspectiva ambiental, ya que contribuye a la reducción de residuos electrónicos y la conservación de recursos, como desde una perspectiva económica, debido a que puede generar valor a través de la recuperación de materiales o productos que aún pueden ser utilizados o reciclados. Además, la logística inversa puede ser una parte crucial de la responsabilidad social corporativa de las empresas al abordar de manera responsable la gestión de productos al final de su ciclo de vida.

Para la Unión Europea (2022) la logística inversa comienza desde el consumidor final y avanza a través de la cadena de suministro hasta el distribuidor o desde el distribuidor hasta el fabricante. Además, puede incluir procesos en los que el consumidor final es responsable de la eliminación del producto, incluida la reutilización, el reciclaje o la reventa. En otras palabras, se trata de manejar el proceso de retorno de productos y materiales desde el consumidor hasta el fabricante de una manera efectiva y sostenible. Su objetivo principal es gestionar de manera eficiente el flujo de productos y materiales desde el consumidor de vuelta hacia el fabricante, con beneficios ambientales y económicos.

Las devoluciones, así como otras situaciones como la devolución de productos prescritos, stock de temporada, productos sobrantes o dañados, están relacionadas con el concepto de logística inversa. Este sistema logístico de ida y vuelta se implementa en multitud de actividades y permite crear modelos circulares alternativos a los esquemas lineales tradicionales donde el flujo de actividades es unidireccional. De esta forma se alarga la vida útil de los productos y materiales, retrasando así el momento en el que finalmente se convierten en residuos (Unión Europea, 2022).

3.5.2 ¿Qué Tipos de logística inversa existe?

Existen dos tipos de logística inversa una llamada logística inversa verde y la otra logística inversa de devolución. Por su parte Ar-Racking (2023) expresa sobre: A) logística inversa verde como un flujo inverso, donde el producto devuelto no puede almacenarse y revenderse, sino que

pasa por un proceso de reparación, reutilización o eliminación de forma respetuosa con el medio ambiente y rentable para una empresa. B) Logística inversa de devolución, tratándose de una logística inversa relacionada con el producto que puede volver a formar parte del almacén y estar listo para su comercialización nuevamente.

3.5.3 *Proceso de logística inversa*

La logística inversa consiste en un conjunto de procesos y actividades que logran sus objetivos. Esto requiere la coordinación de todos los actores relevantes y el uso de recursos empresariales adecuados. Para lograrlo, forman parte de la logística inversa proveedores, distribuidores, los comercios y empresas responsables de la recuperación de productos, así como actores profesionales, incluidos proveedores de transporte, procesadores y responsables del almacenamiento (Shopify, 2022).

Recolección. El primer paso en la logística inversa es la recolección. Esto incluye tirar los productos desde la ubicación del cliente y transportarlos hasta el punto de origen o punto de procesamiento. Para realizar esta tarea eficazmente deberá determinarse previamente el origen y destino de los productos, el tipo de productos o materiales y los medios necesarios para su recolección. Con esta información se puede planificar adecuadamente el proceso para que sea eficiente (Shopify, 2022).

Clasificación. Cuando los productos ya han sido recolectados, estos deben inspeccionarse para clasificar el tipo de producto, sus características, su calidad, su estado, sus posibles usos, entre otras cosas. Frecuentemente, en esta etapa se dividen los productos teniendo en cuenta sus características comunes o aquellos criterios que el negocio considere para facilitar su utilización (Shopify, 2022).

Recuperación. Ocurre cuando el producto puede regresar al mercado o al proceso productivo de la empresa. En general, hablamos de procesamiento directo, cuando la causa de la no conformidad del producto puede eliminarse fácilmente, independientemente de si está relacionada con diferentes preferencias del cliente, entrega incompleta, embalaje dañado u otras posibilidades (Shopify, 2022).

Transformación. Abarca el tratamiento a los aparatos electrónicos o a residuos electrónicos recuperados, para convertirlos a un estado positivo con el medio ambiente o para volverlos remanufacturados para uso industrial. Esta fase puede tener diferentes niveles dependiendo de las necesidades del producto. Desde una reconstrucción completa hasta que su producto vuelva a funcionar. Desde la reparación hasta el reciclaje de piezas. En muchos casos, esta fase también incluye el tratamiento de residuos (Shopify, 2022).

Transporte. Es el encargado de trasladar los productos entre puntos de acceso en cada caso. Para ser eficaz, requiere una buena planificación de rutas para optimizar los plazos, costos y mejorar la integridad del producto (Shopify, 2022).

Almacenamiento. Es importante en distintas fases del proceso. Se guardan los materiales que son llevados a las recicladoras para encontrarles un mejor uso o aplicación para no dañar el ambiente (Shopify, 2022).

3.5.4 Beneficios de la logística inversa

Los beneficios de implementar la logística inversa se pueden ver en aspectos clave como seguir un modelo de desarrollo sostenible, reducir costes globales, obtener nuevas materias primas a partir de residuos y mejorar la imagen general de la empresa para conseguirlo (Logística, 2012). También es importante destacar los enormes beneficios ambientales de la logística inversa a través de actividades como el reciclaje. Desde el punto de vista económico, este tipo de logística puede aportar importantes beneficios, ya que no es necesario invertir en nuevos materiales en la cadena de producción, lo que reduce tiempos y costes. Al igual que la logística tradicional y los servicios de entrega de última milla, la logística inversa también requiere una cuidadosa planificación y optimización, ya que las necesidades de los usuarios son las mismas: una experiencia cualitativa y económicamente satisfactoria, entrega oportuna y devoluciones rápidas (Rentero, 2018). Además del control de stock donde las operaciones de devoluciones requieren mucho esfuerzo por parte de la empresa y por tanto se debe tener más control sobre los recursos y productos, especialmente sobre el inventario (Repsol, s.f.).

3.5.5 Importancia de la logística inversa

En este sentido, la importancia de la logística inversa es fundamental para ofrecer buenos servicios de devolución, mejorar la experiencia de compra, fidelizar al cliente, duplicar las ventas y aumentar la competitividad en el mercado. Pero para el comercio electrónico, la importancia de la logística inversa no es sólo mejorar la experiencia del cliente, sino también optimizar los costos logísticos. Un proceso de logística inversa bien planificado y completado es financieramente sostenible ya que ahorra tiempo y dinero (DispatchTrack, s.f.).

Por otro lado, para generar responsabilidad compartida entre empresas a lo largo de la cadena de producción, involucrando a empresas fabricantes, distribuidores, minoristas, consumidores y gobiernos para gestionar adecuadamente los residuos y los productos al final de su vida útil. Optimizando los procesos a lo largo del ciclo de vida de un producto, desde su creación hasta su eliminación final, cuyo objetivo es facilitar la recuperación, la reutilización, el reciclaje o la eliminación adecuada al final de su vida útil. Brinda además, un enfoque de gestión de residuos, priorizando medidas como la prevención, la reutilización y el reciclaje frente al simple vertido en vertederos para optimizar la recuperación de materiales y reducir la cantidad de residuos que acaban en los vertederos. Incluye, un sistema de trazabilidad y transparencia, asegurando la trazabilidad de productos y materiales durante todo el proceso de devolución, consolidando el cumplimiento normativo, identificando áreas de mejora y promoviendo la rendición de cuentas de todas las partes involucradas. Promoviendo la innovación y aplicación tecnológica, optimizando los procedimientos relacionados con la devolución y el reciclaje de productos, incluyendo el desarrollo de sistemas eficientes de recogida, tecnologías avanzadas de separación de materiales, y soluciones tecnológicas de seguimiento y vigilancia. Sensibilizando a los consumidores, empresas y otras partes interesadas sobre la importancia de una gestión adecuada de productos y residuos, incluyendo la difusión de información sobre devoluciones, alternativas de reciclaje y los beneficios ambientales y económicos (Zambelli, 2023).

3.5.6 Métodos de logística inversa

La logística inversa se refiere a la gestión de productos y materiales desde el consumo o destino final trayendo de vuelta al fabricante o a un centro de recolección para su reciclaje, reutilización o eliminación adecuada. El objetivo es hacer que la experiencia de devolución sea tan eficiente como el proceso de compra (Logistec, 2022). Para mejorar la agilidad y eficiencia

en la logística inversa, existen formas de realizar de manera sistemática, aprovechando varias tecnologías y herramientas que pueden ser útiles:

Sistemas de gestión de almacenes (Warehouse Management System por sus siglas en inglés, WMS). Es un software que ayuda a las empresas a gestionar y controlar las operaciones diarias de almacén, desde el momento en que los bienes y materiales llegan a un centro de distribución hasta el momento en que salen de ellos. El software de gestión de almacenes proporciona visibilidad instantánea del inventario de una organización en cualquier lugar, incluidos los artículos en tránsito y en las tiendas. Proporcionando información de seguimiento, utilizando tecnología de identificación automática y captura de datos (por sus siglas en inglés, AIDC), como códigos de barras o identificación de radiofrecuencias (en sus siglas, RFID). Muchos sistemas utilizan análisis e información avanzados sobre el rendimiento de productos y proveedores para respaldar el recuento de ciclos y la previsión de la demanda (SAP, s.f.). Ayudando a rastrear y administrar de manera eficiente los productos devueltos o retirados, permitiendo un mejor control de inventario y una ubicación más rápida de los productos devueltos.

Sistemas de seguimiento y trazabilidad. Utiliza tecnologías como códigos de barras, Identificación por Radiofrecuencia (RFID) y códigos QR para rastrear y etiquetar los productos devueltos. Esto permite un seguimiento preciso a lo largo de toda la cadena de suministro inversa. Las devoluciones o eliminación de productos deben gestionarse de manera más eficiente para limitar su impacto en las operaciones diarias de la empresa. La planificación inteligente tiene en cuenta aspectos muy diversos, desde la gestión de inventarios y la gestión de almacenes, hasta la eficiencia del movimiento de mercancías o la planificación de las rutas de transporte de recolección y devolución más adecuadas hasta el origen (GotCarga, 2018).

Software de gestión de devoluciones. Implementa soluciones de software específicas para la gestión de devoluciones, que automatizan el proceso y facilitan la toma de decisiones basadas en datos. El proceso de gestión de devoluciones incluye tareas relacionadas con la gestión de las solicitudes de devoluciones o cambios de los clientes en el comercio minorista, el comercio electrónico y otros sectores de atención al cliente. Implementando un proceso de gestión de devoluciones eficaz, las organizaciones pueden realizar un seguimiento y cumplir con las

solicitudes de devolución (SSI Schafer, s.f.).

Machine Learning y análisis de datos. Utiliza algoritmos de aprendizaje automático para predecir patrones de devolución y optimizar rutas y procesos en la logística inversa. El análisis de datos puede proporcionar información valiosa sobre las causas de las devoluciones y áreas de mejora. Los macrodatos y el análisis predictivo están cambiando la forma en que las empresas gestionan las cadenas de suministro y logística. El uso de big data y análisis avanzado permite a las empresas optimizar la planificación y la toma de decisiones en la cadena de suministro. Al analizar grandes cantidades de datos, las organizaciones pueden identificar tendencias, anticipar necesidades futuras y tomar decisiones informadas para aumentar la eficiencia y reducir costos (Gesprolog, s.f.).

Plataformas de comercio electrónico y aplicaciones móviles. Si gran parte de las devoluciones proviene de ventas en línea, es conveniente desarrollar aplicaciones móviles y plataformas de comercio electrónico que faciliten a los clientes la solicitud de devoluciones y seguimiento del proceso. Una aplicación de logística inversa es una herramienta muy útil que ayuda al cliente final retirar los productos y realizar un seguimiento del tiempo y movimiento del producto en el proceso de devolución hasta llegar al proveedor o centro de distribución (MSP a mobile software company, s.f.).

Automatización y robótica. Los robots y sistemas automatizados pueden ayudar en la clasificación y desmontaje de productos devueltos, especialmente en la gestión de productos electrónicos o de alta tecnología. Como dice Think Act, el uso de robots en el mercado debería introducirse gradualmente. Aunque se está desarrollando rápidamente, lo que la tecnología puede hacer por nosotros tiene límites, y si no tenemos en cuenta los fines para los que utilizamos los robots, puede provocar pérdidas de empleo: somos responsables del qué, cómo y por qué de las nuevas tecnologías (Dhl Bootcamp, s.f.).

Optimización de rutas y transporte. Utilizando software de optimización de rutas para minimizar los costos de transporte y reducir la huella ambiental en la logística inversa, siendo el camino inverso para transportar productos u otros materiales desde los consumidores a los distribuidores y desde los distribuidores a los fabricantes u origen. Las empresas de máquinas

expendedoras y los operadores independientes necesitan una optimización constante para garantizar la fidelidad de los clientes y un mejor rendimiento (QuadMinds, 2022).

Blockchain. Utilizando tecnología blockchain puede ayudar a garantizar la transparencia y la autenticidad en el proceso de devolución, especialmente en industrias donde la autenticidad del producto es crítico. La tecnología blockchain consiste en una base de datos que permite la gestión de activos, órdenes, transacciones y datos. La información que se incluye queda registrada en bloques que se adhieren a la red de forma secuencial y de forma distribuida, es decir, se comparte colaborativamente entre una serie de participantes que aceptan una serie de normas que conforman y proporcionan el correcto funcionamiento de la red, dentro de este ámbito son conocidos como nodos puesto que actúan verificando la información que entra en la red. Blockchain funciona de manera inteligente mediante el uso de información codificada sobre transacciones en internet, registrando información y caracteres de su elección. La información de entrada se distribuye en múltiples nodos independientes, pero cada bloque está conectado a los bloques anteriores y posteriores, conectando y verificando toda la cadena de bloques de manera segura (Gieicom, s.f.).

3.6 Obsolescencia tecnológica

La obsolescencia tecnológica es un concepto que se refiere al proceso por el cual los productos, dispositivos o tecnologías se vuelven obsoletas o desactualizadas debido al avance constante de la tecnología. Esto significa que con el tiempo, los productos o sistemas tecnológicos se vuelven menos eficientes, menos compatibles con las nuevas tecnologías y, en última instancia, dejan de ser útiles para su propósito original (Tojeiro-Rivero, 2022).

Existen varios tipos de obsolescencia tecnológica, que incluyen: A) Obsolescencia funcional, ocurre cuando un dispositivo o tecnología ya no puede realizar tareas para las que fue diseñado de manera eficiente. Puede deberse a limitaciones de hardware o software, y a menudo resulta una disminución en el rendimiento o la capacidad del dispositivo (Instituto de Tecnología UNAM, s.f.). B) Obsolescencia programada, donde algunas empresas diseñan productos con una vida útil limitada a propósito para que los consumidores tengan que reemplazarlos más frecuentemente. Esto puede hacerse reduciendo la durabilidad de los componentes o limitando las actualizaciones de software (Iberdrola, s.f.). C) Obsolescencia de diseño, cuando un producto o

dispositivo está diseñado de tal manera que no puede actualizar o mejorar fácilmente con nuevas tecnologías. Esto puede hacer que el dispositivo quede rápidamente desactualizado en comparación con versiones más nuevas. D) Obsolescencia económica, refiriéndose a la situación en la que es más costoso mantener y reparar un dispositivo tecnológico que reemplazarlo por uno nuevo. Esto puede llevar a la sustitución de dispositivos que, de otro modo, seguirían siendo funcionales. E) Obsolescencia de software, a medida que los sistemas operativos y el software evolucionan, algunos dispositivos más antiguos pueden volverse incompatibles con las nuevas versiones de software, lo que limita su funcionalidad y capacidad (Imagar Solutions Company, 2020).

La obsolescencia tecnológica es una preocupación tanto para los consumidores como para el medio ambiente, ya que puede generar un aumento en los desechos electrónicos y un mayor consumo de recursos naturales para la fabricación de nuevos productos. Para abordar este problema, se están desarrollando iniciativas de diseño sostenible, regulaciones y estándares que promuevan la durabilidad y la actualización de productos tecnológicos, así como la reutilización y el reciclaje de componentes electrónicos.

Capítulo 4 - Herramienta Tecnológica

El presente capítulo contiene una introducción sobre el Software de Inteligencia de Negocios (Power BI), iniciamos con la definición de inteligencia de negocios, enfocándonos en la herramienta Power BI, conociendo para qué sirve, de qué está compuesta, con qué licencias cuenta el software, qué componentes debemos de usar para hacer la limpieza, transformación y carga de los datos, ventajas que cuenta la herramienta y finalmente nos avocamos en describir la toma de decisiones.

4.1 Introducción

El software Power BI es la herramienta de inteligencia de negocios de Microsoft, ha conquistado el mundo empresarial a una velocidad vertiginosa. Desde su lanzamiento en 2014, ha pasado de tener 500.000 usuarios en 45.000 empresas a la asombrosa cifra de más de 5 millones de usuarios en 200.000 empresas en todo el mundo en menos de 7 años. Esta herramienta toma datos de diversas fuentes, como Excel, Access o la nube, y los convierte en visualizaciones impactantes como gráficos, mapas y esquemas. Esto facilita la comprensión de información compleja lo que permite tomar decisiones basadas en la información más reciente. (Capacitación y Desarrollo UC, s.f.).

Power BI es una herramienta inteligente de análisis empresarial que nos permite conectarnos rápidamente a diversas fuentes de datos con muy poco esfuerzo y utilizar estos datos para hacer que nuestra organización funcione de forma más eficiente, fomentando decisiones rápidas y conscientes para conocer dónde estamos, y centrarnos en mejoras, e identificar oportunidades de desarrollo. Identificándonos en el contexto de la situación actual, es esencial para comprender a dónde queremos ir, porque si no mejoramos algo de inmediato, tendremos pérdidas o daños (Enae, 2019).

4.2 Inteligencia de negocios

4.2.1 Definición de inteligencia de negocios

Como expresa Invid (2020) el término inteligencia de negocios se refiere a métodos, herramientas, prácticas y aplicaciones que las empresas utilizan para recopilar, integrar, analizar y

presentar datos con la finalidad de producir información inteligente y procesable. Por consiguiente, Narvaez (s.f.) expresa que la inteligencia empresarial es un proceso de análisis de datos que combina análisis empresarial, extracción de datos, visualización de datos, herramientas de datos e infraestructura para proporcionar información útil que ayude a los gerentes, ejecutivos y empleados a tomar decisiones basadas en información del mundo real.

El objetivo es interpretar fácilmente estos volúmenes de datos, identificando nuevas oportunidades e implementando estrategias eficaces basadas en conocimientos, pudiendo proporcionar a las empresas competitividad en el mercado y estabilidad a largo plazo, además de ayudar en la toma de decisiones estratégicas. “Mediante el uso de tecnologías y metodologías de inteligencia de negocios pretendemos convertir datos en información y a partir de la información ser capaces de descubrir conocimiento” (Cano, 2007).

Las tecnologías de inteligencia de negocios pueden manejar grandes cantidades de datos, permitiendo una interpretación sencilla de los macrodatos, donde la identificación de nuevas oportunidades y la implementación de una estrategia eficaz basada en conocimientos, puede proporcionar a las organizaciones ventaja competitiva en el mercado y solidez en un periodo prolongado (Novoseltseva, 2021). En la Figura 8 se grafican las diferencias entre dato, información y conocimiento; donde el dato es una representación simbólica de una característica, valor o hecho. No obstante, información son datos que ofrecen un valor agregado y son útiles para informar. Para llegar al conocimiento debemos pasar una sinergia de experiencias, valores e información.

Figura 8

Diferencias entre dato, información y conocimiento



Nota. Adaptada de *¿Muchos datos y poca información?*, por Actio Global, 2017, (<https://www.actioglobal.com/es/muchos-datos-y-poca-informacion/>)

4.3 Power BI

4.3.1 ¿Qué es Microsoft Power BI?

Microsoft Power BI es una herramienta de inteligencia empresarial que ayuda a recopilar, gestionar y analizar datos de diversas fuentes mediante una interfaz sencilla e intuitiva. Este software tiene un conjunto de herramientas y servicios en la nube que ayuda a las empresas a tomar esos datos y los transforma en información fácil de entender, usando gráficos y tablas que son visualmente atractivos y fáciles de interpretar. Esto permite a los usuarios crear y compartir resúmenes claros y útiles (Ayesa, 2024).

En el entorno empresarial de hoy, gestionar los datos de manera eficiente es clave para tomar decisiones acertadas y estratégicas. En este sentido, Power BI ha sido una herramienta que ha cambiado la forma en que las empresas analizan y presentan sus datos. Desde su creación, Power BI se ha establecido como una de las principales plataformas de inteligencia de negocios, ayudando a las empresas a transformar datos complicados en gráficos y visualizaciones fáciles de entender (Noticias de la Ciencia y Tecnología, 2024).

4.3.2 ¿Para qué sirve Power BI?

La herramienta Power BI se utiliza para compartir informes en paneles actualizados automáticamente, donde a través de la creación de gráficos y tablas visuales, podemos tomar mejores decisiones corporativas. Conecta, transforma y agrega de forma segura cientos de servidores de datos locales y en la nube para ofrecer resultados, ampliando sus diseños con temas y herramientas de formato intuitivos, para generar informes donde los colaboradores puedan utilizarlo en cualquier lugar, compartiendo análisis visuales con todos los miembros de su organización. Debido a que la elaboración de perfiles es práctica, ha sido una herramienta indispensable para que las organizaciones tomen decisiones comerciales durante muchos años. Gracias a su formato visual e interactivo, el analista o gestor puede ver instantáneamente toda la información disponible y actuar sobre los datos utilizando indicadores claros, precisos e inequívocos (Capacitación y Desarrollo UC, s.f.).

Power BI no solo ayuda a los usuarios a comprender lo que sucedió en el pasado y lo que está sucediendo ahora, sino que también les ayuda a comprender lo que podría suceder en el futuro.

Power BI cuenta con capacidades de aprendizaje automático, lo que significa que puede detectar patrones en sus datos y utilizar esos patrones para hacer predicciones informadas y ejecutar escenarios hipotéticos. Estos cálculos permiten a los usuarios generar pronósticos y prepararse para satisfacer necesidades futuras (Ayesa, 2024).

4.3.3 *Licencias de Power BI*

Microsoft Power BI cuenta con tres tipos de licencia: Desktop, Pro y Premium. Describiendo cada una de ellas: A) Power BI Desktop, es una aplicación de escritorio gratuita que se puede descargar desde Microsoft Store e instalar en la computadora o tableta. Incluye 1 Gigabyte de almacenamiento. La interfaz es muy intuitiva y permite a los usuarios crear paneles e informes de forma independiente, donde podamos cargar datos de diferentes fuentes sea este local y/o en la nube y crear visualizaciones altamente atractivas e interactivas que pueden publicarse. No obstante, cuenta con limitaciones de almacenamiento y limitaciones importantes de funciones en comparación con la versión paga. Es la mejor versión para autónomos y microempresas que desean analizar datos comerciales de manera profesional y diseñar paneles por su cuenta, además es útil para empresas pequeñas y medianas que quieran probar la herramienta y armar sus primeros informes. B) Power BI Pro, es una versión completa, alojada en la nube Azure de Microsoft. Se requiere tarifa de licencia personal. Permite publicar, compartir y utilizar gráficos y paneles de informes sin restricciones. Cuenta con límites de almacenamiento de datos de hasta 10 Gigabyte por usuario. Por tanto, es una buena opción para medianas empresas. C) Power BI Premium, tiene las mismas características que Power BI Pro, pero con mayor capacidad de almacenamiento de datos de hasta 100 Terabytes, con máximo rendimiento gracias a recursos dedicados de almacenamiento y procesamiento en la nube. Está disponible en diferentes versiones y puede ampliarse a medida que cambian las necesidades analíticas de la empresa. En este caso, en lugar de pagar por licencias individuales, se paga una tarifa mensual, donde una gran cantidad de consumidores puedan usar Power BI para ver informes. Por tanto, es una aplicación ideal para grandes empresas donde muchos usuarios necesitan editar y visualizar datos e informes (Next Step, s.f.).

La licencia de Power BI es bastante asequible en relación con todas las funciones que ofrece, lo que la hace accesible para empresas de cualquier tamaño. Además, ofrece una versión

gratuita con funciones limitadas y menos almacenamiento, lo que permite probar el programa antes de decidir si es necesario (Evotic, s.f.).

4.3.4 Componentes de Power BI

El software Power BI consta de una colección de aplicaciones, cada una con su propia funcionalidad y propósito. Exponiendo en la tabla5 la inclusión de componentes para mejor entendimiento (Ayesa, 2024):

Tabla 5

Componentes Power BI

Componente	Descripción
Power Query	Herramienta donde se conectan datos, permitiendo transformarlos, eliminarlos y mejorarlos desde distintas fuentes.
Power Pivot	Herramienta que permite crear modelos de datos.
Power View	Herramienta de visualización de datos, donde vamos a crear cuadros, gráficos, mapas y otros materiales visuales interactivos.
Power Map	Herramienta de visualización, donde creamos imágenes 3D inmersivas.
Power Q&A	Programa de preguntas y respuestas, donde podemos hacer preguntas sobre datos en lenguaje sencillo.

Nota. Adaptada de ¿Qué componentes componen Power BI?, por Ayesa, 2024, (<https://ayesa365.com/todo-lo-que-siempre-quisiste-saber-sobre-microsoft-power-bi/>)

4.3.5 Limpieza, Transformación y Carga de Datos

Power Query, es un componente que se encuentra dentro de la herramienta Power BI, teniendo características diseñadas para ayudar a limpiar y preparar datos para el análisis. A través de éste componente podemos simplificar modelos complejos, cambiar tipos de datos, cambiar nombre de objetos y hacer que los datos sean dinámicos. También se podrá analizar columnas

para saber cuál de las columnas contienen elementos importantes para obtener un análisis más profundo (Microsoft, s.f.).

La funcionalidad principal de Power Query es el proceso de extracción, transformación y carga (ETL) de los datos. Por tanto, nos permite transformar los datos y prepararlos para su posterior análisis, donde tenemos la posibilidad de usar la primera fila como título de la tabla, eliminar columnas redundantes, cambiar el formato de datos, reemplazar valores y eliminar errores, cambiar el formato del campo de texto, eliminar espacios, dividir columnas y crear columnas personalizadas (Agliaia, 2021).

4.3.6 Ventajas en Power BI

Las organizaciones generan cada vez más datos por ende se necesitan soluciones como gráficos, reportes que sean visuales para ayudar a estructurarlo y procesarlo. Power BI asiste a las organizaciones a explicar eventos pasados y predecir lo que podría suceder en el futuro. Visualizar la información de la empresa a través de paneles de control ayudando a mejorar la toma de decisiones. Los beneficios que ofrece el software power BI son: A) Gestionar datos e información de diferentes plataformas simultáneamente. B) Permite una interfaz visual e intuitiva para interpretar y mostrar datos de manera sencilla y flexible. C) Power BI puede integrar fácilmente con otras plataformas como SharePoint, Office 365 y Dynamics 365. D) Garantiza seguridad de los datos y proporciona un estricto control de acceso interno y externo. E) Brinda más control en la organización y optimiza la productividad aumentando su rentabilidad (Evotic, s.f.).

Los tableros se actualizan de manera instantánea, es decir, a medida que los datos se envían o actualizan. Gracias a esto, quienes los usan pueden identificar problemas o encontrar oportunidades rápidamente. Cualquier informe o tablero puede mostrar y actualizar datos e imágenes en tiempo real. Los datos pueden provenir de diferentes fuentes, como sensores de fábricas, redes sociales o cualquier otro lugar de donde se pueda recopilar información (ITC Formación y Consultoría, 2022).

4.4 Toma de decisiones

La toma de decisiones es definida como el proceso de seleccionar la solución más adecuada entre un conjunto de alternativas para lograr el resultado deseado, implicando considerar múltiples

factores y examinando los beneficios y consecuencias de cada opción para tomar la decisión correcta. El objetivo de cualquier proceso de toma de decisiones es llegar a la conclusión más fundamentada basada en la información disponible. En el entorno empresarial, la toma de decisiones se convierte en sinónimo de gestión. Para gestionar hay que tomar decisiones, y eso es lo que hacen los líderes empresariales decidir qué hacer, cómo hacerlo, cuándo y quién lo hará. Por tanto, el proceso de toma de decisiones es una parte continua, dinámica e integral de la gestión de cualquier organización y afecta también a todas las actividades y funciones pertenecientes a la empresa, manteniendo el control de la organización enfocándose en lograr objetivos predeterminados (Cámara Oviedo, 2023).

Bajo este enfoque Power BI proporciona acceso instantáneo a múltiples fuentes de datos para tomar decisiones basadas en la información más reciente, pudiendo crear visualizaciones, informes y paneles interactivos que ayudarán a comprender mejor los datos y comunicar el mensaje de forma eficaz. Al visualizar datos podremos identificar patrones y tendencias en el negocio para poder tomar decisiones más informadas. Mejorando la precisión en la toma de decisiones, accediendo a los datos más recientes y visualizando de manera efectiva, con la finalidad de poder tomar decisiones más precisas basadas en datos. Al tomar decisiones informadas y basadas en datos de forma más rápida y precisa, puedo obtener una ventaja competitiva en el mercado. La comunicación será más efectiva, permitiendo transmitir un mensaje más claro y conciso a través de visualizaciones y paneles interactivos que pueden aumentar la efectividad de las presentaciones y estrategias de marketing. Power BI también ofrece herramientas de análisis predictivo que permiten predecir resultados futuros y tomar decisiones informadas sobre el futuro del negocio (Barrera, 2023).

Capítulo 5 - Marco Metodológico

Para este capítulo se hace necesario establecer los procedimientos de orden metodológico que permitan ejecutar la investigación, implicando seleccionar el tipo y diseño de investigación para su aplicación al contexto particular en estudio, población y muestra, además de las técnicas e instrumento de recolección de información, finalizando por las técnicas de procesamiento y análisis de datos para describir el comportamiento de los alumnos de la Facultad de Informática de una Institución Pública en la ciudad de La Plata respecto al trato que le dan a los residuos electrónicos.

5.1 Tipo y diseño de la investigación

5.1.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación es de enfoque cuantitativo debido a que analizamos el tema de estudio de manera concreta, basada en la recolección de datos, objetivos, derivando hipótesis, corroborando información y analizando datos numéricos de los participantes dentro de una investigación (Muñoz Cuchca & Solís Trujillo, 2021).

El análisis realizado carece de valoraciones o comentarios subjetivos porque, dada la naturaleza del estudio, es importante utilizar datos empíricos que puedan convertirse en valores numéricos para su posterior interpretación. Adoptamos un procedimiento hipotético-deductivo identificando la hipótesis antes formulada a través de estudios teóricos.

5.1.2 Diseño de investigación

Dado el propósito fundamental de este trabajo de investigación, el mismo se establece dentro de un diseño combinado de investigación descriptiva y exploratoria. Descriptiva, debido a que su finalidad es describir de manera objetiva y precisa características de una determinada área de estudio como es el tratamiento de residuos electrónicos en la Ciudad de La Plata, basándose en la medición sobre la situación actual y evaluando los diversos aspectos, dimensiones o componentes de los fenómenos a investigar. Se seleccionaron el perfil, conocimiento y actuar que tienen los estudiantes de Informática de la Ciudad de La Plata desde el momento que tienen una computadora (laptop y netbook) hasta el ciclo final del aparato electrónico y se midió a cada una de ellas de forma independiente, para así lograr la descripción de la situación de estudio. Es

exploratoria, en parte, porque el tema en cuestión carece de suficiente información o datos, es decir, no ha sido lo suficientemente estudiado o explorado, sobre todo en lo que respecta a la guía tecnológica en una economía circular para el tratamiento de residuos electrónicos, no impidiendo sumar la tecnología industrial 4.0 para el incremento de ésta. Y, además, de hacer uso de la literatura sobre los métodos de logística inversa donde los consumidores puedan devolver a los productores los residuos electrónicos. Por lo que este tipo de investigación consiste en descubrir nuevas ideas y perspectivas, con la misma que se lograra una familiarización con el tema y los conceptos y se proporcionara información detallada sobre la problemática a desarrollar.

5.2 Población y muestra

5.2.1 Población

La población es un grupo de estudio determinado en donde se aplica a una investigación de trabajo o proyecto y está compuesta por personas, muestras, registros, entre otros, gracias a ella podemos llegar a resultados de orden metodológico. En esta investigación se tiene como población a 2560 alumnos de manera presencial en la facultad de informática de una institución pública en la ciudad de La Plata, según padrón electoral del año 2022 (Facultad de Informática, 2022). Como se indica en la tabla6:

Tabla 6

Distribución de la población

Personas	Cantidad	Población
Alumnos de la Facultad de Informática de la Universidad de La Plata.	2560	100%
Total	2560	100%

Criterios de inclusión para la población objeto de estudio: a) Estudiantes universitarios de la Facultad de Informática, b) Estudiantes que van presencialmente a clase, c) Estudiantes universitarios de una Institución Pública y d) Estudiantes universitarios a partir de la edad 18 años.

Así como también, se tuvo en cuenta como criterio de exclusión: a) Los alumnos de informática que si bien están inscriptos en la Facultad de Informática de una Institución Pública

en La Plata pero que abandonaron la carrera, b) Estudiantes de otras carreras, c) Estudiantes que no sean de una Institución Pública y d) Estudiantes que no estudien en la ciudad de La Plata.

5.2.2 Muestra

En el contexto de esta investigación se usó el método probabilístico finito, donde los factores que determinan el número de muestras en un estudio cuantitativo incluyen: distribución de la población, nivel de confianza y margen de error (Cantoni Rabolini, 2009). Obteniendo una muestra de 335 estudiantes de Informática en la ciudad de La Plata para encuestar. La muestra se presenta al aplicar la siguiente fórmula según Figura9:

Figura 9

Fórmula de muestra probabilística finita

$$n = \frac{N(Z^2)(p)(q)}{e^2(N - 1) + Z^2(p)(q)}$$

Nota. Reproducido de Taller de Tesis – Orientaciones Metodológicas en la Elaboración de Trabajos de Investigación, Dr. José Thownsend, 2023, (<https://www.thesisworkshop.com/p/poblacion-y-muestra.html>).

Donde:

Z = nivel de confianza, a un 95% de seguridad, con un valor constante de 1.96.

p = Proporción esperada del fenómeno o variable de interés en la población, es decir 0.5.

q = Es la proporción complementaria a p, es decir: 0.5.

e = Error máximo admisible en términos de proporción, es el valor constante de 0.05.

N = Tamaño de la población o universo.

n = Tamaño de la muestra buscada.

5.3 Técnica e instrumento de investigación

5.3.1 Técnica

La técnica usada para la investigación es la encuesta, se aplicó un cuestionario a las personas que conforman la muestra. Por otro lado, para comprender el significado de la encuesta, es importante saber que ésta forma parte del conjunto de técnicas utilizadas en la actualidad para obtener datos en una investigación. También se reafirma que la encuesta, implica en preparar una lista de preguntas para un grupo específico de personas con el fin de recopilar la información necesaria (Gómez, 2021).

Para elaborar la encuesta, primero se seleccionaron los aspectos que queríamos evaluar sobre la situación actual del tratamiento que le dan los alumnos de la facultad de informática de una institución pública en la ciudad de La Plata a los residuos electrónicos para el año 2023, siendo estos: a) Edad, b) Género, c) Trabajo en el área de Informática, d) Cantidad de computadoras en uso, e) Motivos para comprarse una computadora, f) El tiempo que demanda en comprarse una computadora, g) Conocer si los residuos electrónicos contienen sustancias peligrosas, h) Comportamiento que toman los estudiantes ante un aparato electrónico que no usan, i) Cantidad de computadoras que están en casa y no sirven, j) Cantidad de personas que conocen un centro de acopio para el reciclaje de residuos electrónicos, k) Cantidad de personas que conozcan a un distribuidor o comercializador que recicle computadoras, l) Razones por el cual no recicla o trata la basura electrónica, m) Cantidad de estudiantes que hayan asistido a una charla sobre el trato de residuos electrónicos, n) Cantidad de estudiantes que conozcan sobre una empresa que recolecte residuos electrónicos y o) Cantidad de estudiantes que conozcan de una Organización No Gubernamental en La Plata que acopie residuos electrónicos.

En base a estas variables se formularon las preguntas, en la mayoría cerradas y de selección múltiple, en algunos casos. La encuesta fue una herramienta fundamental en la investigación para poder analizar el presente trabajo de investigación.

5.3.2 Instrumento

El instrumento que se usó para la investigación fue el cuestionario, compuesto por el conjunto de interrogantes, elaboradas de forma minuciosa con respecto a los hechos o actividades que se desea conocer en la investigación, tratándose de la única y más valiosa técnica para la

investigación, cuyo objetivo es permitir el registro veraz y confiable de las respuestas, propiciando la calidad de la información obtenida (García Córdoba, 2004), tal como se visualiza en la siguiente tabla7.

Tabla 7

Técnica e instrumento de investigación

Técnica	Instrumento
Encuesta	Cuestionario: consta de 16 preguntas

5.4 Técnicas de recolección y análisis de datos

La recolección de datos para este trabajo de investigación se realizó a través de herramienta de formularios de Google, manteniendo su carácter confidencial para garantizar la protección de la identidad de las personas que completaron la encuesta. Las preguntas del formulario se respondieron en forma cerrada, eligiendo una opción numérica o de texto. La información recopilada permanece dentro de las opciones delimitadas, debido a que los encuestados no tendrán la oportunidad de escribir o aclarar sus respuestas. Los datos se procesan e integran en Google SpreadSheets y luego se conectan a la herramienta Power BI para su análisis.

Capítulo 6 - Procesamiento, Resultado y Análisis de Datos

En este capítulo se realiza el procesamiento de los datos, haciendo uso de la herramienta de Inteligencia de Negocios (Power BI) para poder mostrar los resultados de la encuesta y su posterior análisis.

6.1 Procesamiento de datos

Los datos ejecutados en el presente trabajo de investigación son producto de una encuesta aplicada mediante formulario de Google a 335 estudiantes de la facultad de informática de una institución pública en la ciudad de La Plata durante el mes de octubre del año 2023. Se recopilieron datos sobre la situación actual del tratamiento que le dan los alumnos de la facultad de informática de una institución pública en la ciudad de La Plata a los residuos electrónicos durante el año 2023 volcando 14 variables numéricas que se detallan seguidamente en la Tabla8:

Tabla 8

Variables para el análisis

Número de variable	Descripción
1	Cantidad de estudiantes según edad
2	Cantidad de estudiantes según género
3	Cantidad de estudiantes que trabajan en el área de informática
4	Cantidad de computadoras en uso
5	Motivos para comprarse una computadora
6	El tiempo que demanda en comprarse una computadora
7	Conocer si los residuos electrónicos contienen sustancias peligrosas
8	Comportamiento de los estudiantes ante un aparato electrónico que no usa

Número de Variable	Descripción
9	Cantidad de personas que conocen un centro de acopio para el reciclaje
10	Conocen a un distribuidor o comercializador que recicle computadoras
11	Razones por el cual no recicla o trata la basura electrónica
12	Cantidad de estudiantes que hayan asistido a una charla sobre el trato a residuos electrónicos
13	Cantidad de estudiantes que conozcan de una Organización No Gubernamental en La Plata que acopie residuos electrónicos.
14	Cantidad de computadoras que están en casa y no sirven

Una vez completada la encuesta la misma es guardada en una hoja de cálculo de google SpreadSheets, que contiene la siguiente estructura, según figura10:

Figura 10

Hoja de cálculo de Google SpreadSheets

	A	B	C	D	E	F
1	Marca temporal	1. Qué rango de edad te	2. Cuál es tu género?	3. Trabajas en informátic	4. Cuántas computadoras	5. Motivos más frecuente
2	5/10/2023 16:51:55	36 años a 60 años	Masculino	Si	Tres	Existe un nuevo modelo
3	5/10/2023 16:56:23	26 años a 35 años	Femenino	Si	Más	La batería se desgasta r
4	5/10/2023 19:49:18	18 años a 25 años	Femenino	No	Tres	La batería se desgasta r
5	5/10/2023 20:06:15	18 años a 25 años	No binario	No	Una	Se rompe
6	6/10/2023 2:37:13	18 años a 25 años	Masculino	Si	Una	La batería se desgasta r
7	6/10/2023 7:23:12	18 años a 25 años	Femenino	Si	Una	La batería se desgasta r
8	6/10/2023 16:05:30	18 años a 25 años	Masculino	No	Una	La batería se desgasta r
9	6/10/2023 16:05:40	26 años a 35 años	Femenino	No	Dos	Se rompe
10	6/10/2023 16:07:17	18 años a 25 años	Masculino	No	Dos	Pérdida o robo
11	6/10/2023 16:07:38	18 años a 25 años	Masculino	No	Una	Ofertas
12	6/10/2023 16:07:49	18 años a 25 años	Femenino	No	Una	La batería se desgasta r
13	6/10/2023 16:08:17	18 años a 25 años	Masculino	No	Una	Pérdida o robo
14	6/10/2023 16:08:54	18 años a 25 años	Masculino	No	Una	Se rompe
15	6/10/2023 16:09:32	18 años a 25 años	Masculino	No	Una	La batería se desgasta r
16	6/10/2023 16:10:01	18 años a 25 años	Femenino	No	Dos	La batería se desgasta r
17	6/10/2023 16:11:54	18 años a 25 años	Femenino	No	Una	Ofertas
18	6/10/2023 16:12:10	26 años a 35 años	Femenino	No	Una	Existe un nuevo modelo
19	6/10/2023 16:13:19	18 años a 25 años	Masculino	No	Dos	Se rompe
20	6/10/2023 16:13:27	18 años a 25 años	Femenino	No	Una	Se rompe
21	6/10/2023 16:13:56	18 años a 25 años	Masculino	No	Una	Se rompe

Nota. Elaboración propia, datos de la encuesta guardada en google SpreadSheets.

De esta forma cada encuesta es una fila diferente en la hoja de cálculo de google SpreadSheets, tal y como muestro en la figura11:

Figura 11*Fila en hoja de cálculo de Google SpreadSheets*

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Marca temporal	1. Qué rango de edad te	2. Cuál es tu género?	3. Trabajas en informatic	4. Cuántas computadore	5. Motivos más frecuente	6. Cada cuánto tiempo te	7. Sabías que los residuc
2	5/10/2023 16:51:55	36 años a 50 años	Masculino	Si	Tres	Existe un nuevo modelo	Tres años	No
3	5/10/2023 16:56:23	26 años a 35 años	Femenino	Si	Más	La batería se desgasta r	Tres años	Si
4	5/10/2023 19:49:18	18 años a 25 años	Femenino	No	Tres	La batería se desgasta r	Más	Si
5	5/10/2023 20:06:15	18 años a 25 años	No binario	No	Una	Se rompe	Más	Si
6	6/10/2023 2:37:13	18 años a 25 años	Masculino	Si	Una	La batería se desgasta r	Más	Si
7	6/10/2023 7:23:12	18 años a 25 años	Femenino	Si	Una	La batería se desgasta r	Más	Si
8	6/10/2023 16:05:30	18 años a 25 años	Masculino	No	Una	La batería se desgasta r	Más	Si
9	6/10/2023 16:05:40	26 años a 35 años	Femenino	No	Dos	Se rompe	Más	No
10	6/10/2023 16:07:17	18 años a 25 años	Masculino	No	Dos	Pérdida o robo	Más	Si

Nota. Elaboración propia, fila de datos de la encuesta guardada en google SpreadSheets.

La forma de diferenciar un dato de otro es una a través de una marca de tiempo, ya que las mismas son totalmente anónimas.

6.1.1 Conexión a los datos desde Power BI

Power BI posee un conector para consumir hojas de cálculo de Google, desde Power Query. Power Query es la herramienta que permite conectar a distintas fuentes de datos y ser consumidos localmente por Power BI, por consiguiente muestro en la Figura12:

Figura 12*Conexión a los datos*

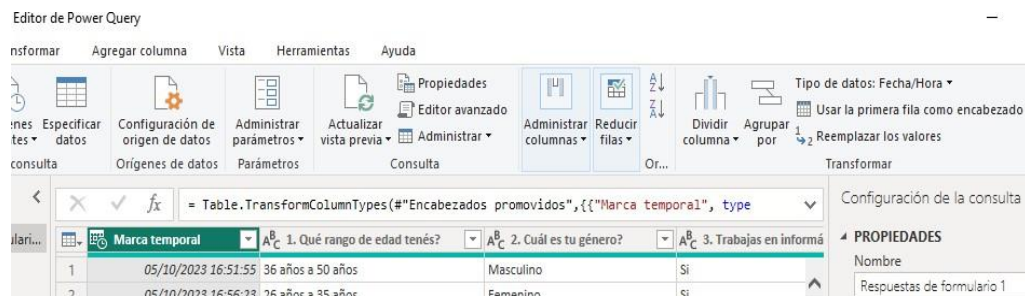
Nota. Elaboración propia, software Power BI, accediendo a obtener datos.

Al hacer clic en la Hoja de Cálculo de Google, me piden un localizador de recursos uniforme (URL) de la hoja de cálculo de Google (SpreadSheets) el cual copio y pego el localizador,

marcando la tabla que voy a trabajar, dando un clic a cargar y transformar datos, apareciendo el editor de Power Query donde voy a transformar y preparar los datos, para este caso el cambio que hice fue usar la primera fila como encabezado, dando cerrar y aplicar para guardar los cambios, retornando a la herramienta Power BI, mostrando en la Figura13 para un mejor entendimiento:

Figura 13

Editor de datos de Power Query



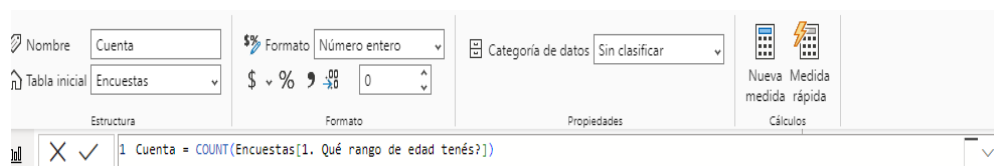
Nota. Elaboración propia, software Power BI, editor Power Query.

6.1.2 Modelo de datos

El modelo de datos contiene una columna para cada respuesta, además de la marca temporal, permitiendo diferenciar una encuesta de otra y un agrupador de respuestas que se muestra con la palabra cuenta, que es un cálculo que lo realicé dentro del modelo, en el que se cuenta cada fila de acuerdo a los valores repetidos, agrupándolos y contándolos, tal y como podemos apreciar en la Figura14.

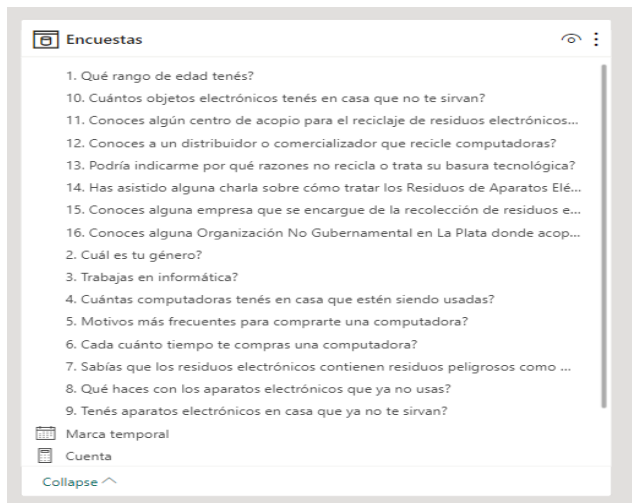
Figura 14

Cálculo de cuenta en Power BI



Nota. Elaboración propia, cálculo que cuenta los datos de la encuesta, software Power BI.

La vista de modelo muestra todas las columnas de las variables en la encuesta. Esta vista resulta útil para relaciones complejas entre muchas tablas, para nuestro caso sólo se utilizó una sola tabla, mostrando en la Figura15.

Figura 15*Modelo de datos en Power BI*

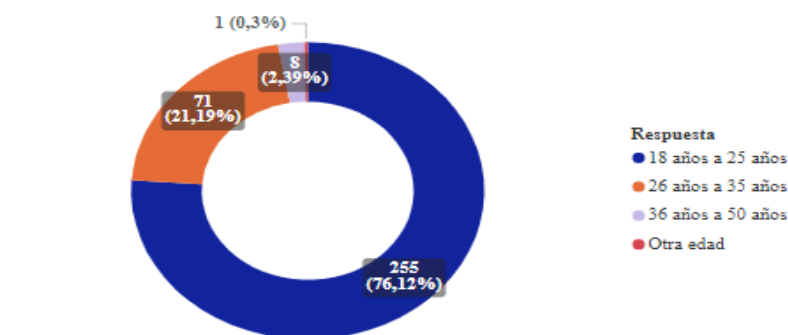
Nota. Elaboración propia, modelo de datos de la encuesta, software Power BI.

6.2 Resultados de datos y análisis

La cantidad de estudiantes de informática según rango de edad que visualizamos mediante la herramienta Power BI, usando gráfico de anillos, de la presente encuesta, 255 estudiantes se encuentran dentro de la edad de 18 a 25 años de edad, considerando un (76,12%); 71 estudiantes oscilan entre 26 a 35 años de edad con un (21,19%); 8 estudiantes se encuentran entre la edad de 36 a 50 años, con un (2,39%) y 1 estudiante cuenta con otra edad, siendo un (0,3%), del total de 335 encuestados. A partir de la encuesta realizada se obtiene la cantidad de estudiantes así como también se visualiza el porcentaje, siendo que la mayor parte que completó las encuestas fueron jóvenes. A continuación muestro la Figura16 para un mejor entendimiento:

Figura 16*Rango de edad*

1. Qué rango de edad tenés?



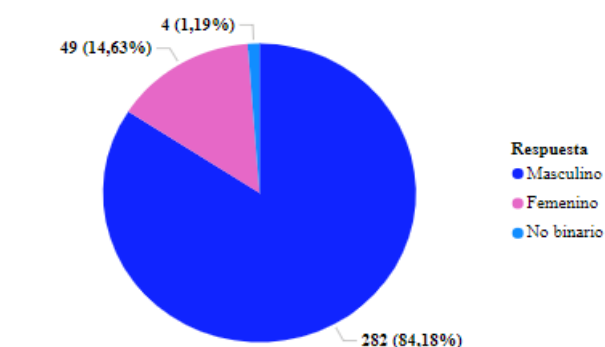
Categoría	Frecuencia	%
18 años a 25 años	255	76,12%
26 años a 35 años	71	21,19%
36 años a 50 años	8	2,39%
Otra edad	1	0,30%
Total	335	100,00%

Nota. Elaboración propia, dashboard hecho con Power BI.

El género de los estudiantes de informática según encuesta realizada fue, 282 son masculinos, con un (84,18%); siendo que 49 estudiantes son de género femenino, con un (14,63%) y 4 estudiantes respondieron género no binario, siendo un (1,19%) del total de 335 estudiantes encuestados en la ciudad de La Plata. El gráfico usado para esta visualización es circular, mostrando tanto la cantidad como el porcentaje. A continuación veremos estas cifras representadas en la Figura17:

Figura 17*Género de los estudiantes*

2. Cuál es tu género?



Categoría	Frecuencia	%
Masculino	282	84,18%
Femenino	49	14,63%
No binario	4	1,19%
Total	335	100,00%

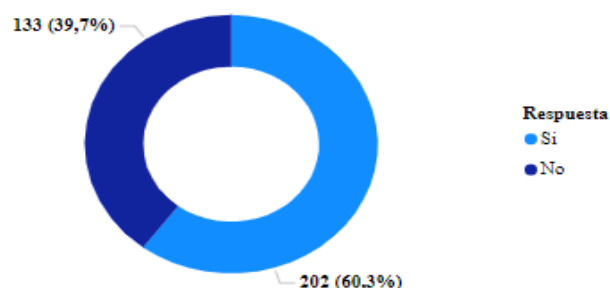
Nota. Elaboración propia, dashboard hecho con Power BI.

En el siguiente gráfico se podrá apreciar la cantidad y porcentaje de estudiantes que trabajan en el área de informática, de los cuales son 202 estudiantes, con un (60,3%) y 133 estudiantes no trabajan, con un porcentaje de (39,7%) del total de encuestados. La visualización usada por la herramienta Power BI fue gráfico de anillos. De este gráfico se observa que más de la mitad de estudiantes trabajan en el rubro de informática por ende es fundamental que usen una laptop o netbook. A continuación muestro el gráfico para una mejor visibilidad Figura18:

Figura 18

Estudiantes que trabajan en informática

3. Trabajas en informática?



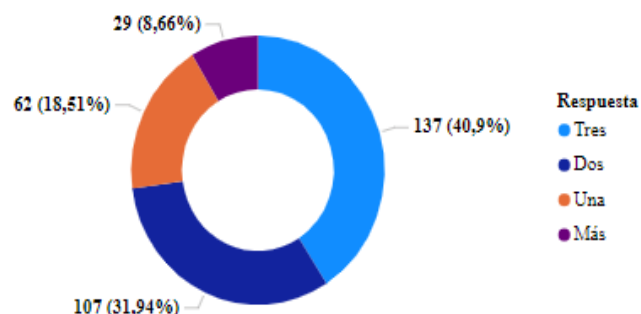
Categoría	Frecuencia	%
Si	202	60,30%
No	133	39,70%
Total	335	100,00%

Nota. Elaboración propia, dashboard hecho con Power BI.

Como pregunta número 4 de la encuesta se planteó ¿Cuántas computadoras tenés en casa que estén siendo usadas?, aclaramos que la palabra computadora se refiere a una laptop y/o netbook, por lo que 137 estudiantes respondieron que tres computadoras usan a diario, siendo un (40,9%); otros 107 estudiantes respondieron que usan a diario dos computadoras, cuyo porcentaje es de (31,94%); 62 estudiantes usan una computadora, con un (18,51%) y finalmente 29 estudiantes usan más de tres computadoras, con un porcentaje de (8,66%) del total de 335 alumnos encuestados. Del presente gráfico se infiere que la tenencia, uso y la cantidad de computadoras con la que cuenta un estudiante a diario son tres computadoras, siendo un porcentaje mayor, no obstante un 8% cuenta con más de tres computadoras que usan hoy en día. A continuación muestro el gráfico para un mejor entendimiento Figura19:

Figura 19*Cantidad de computadoras en uso*

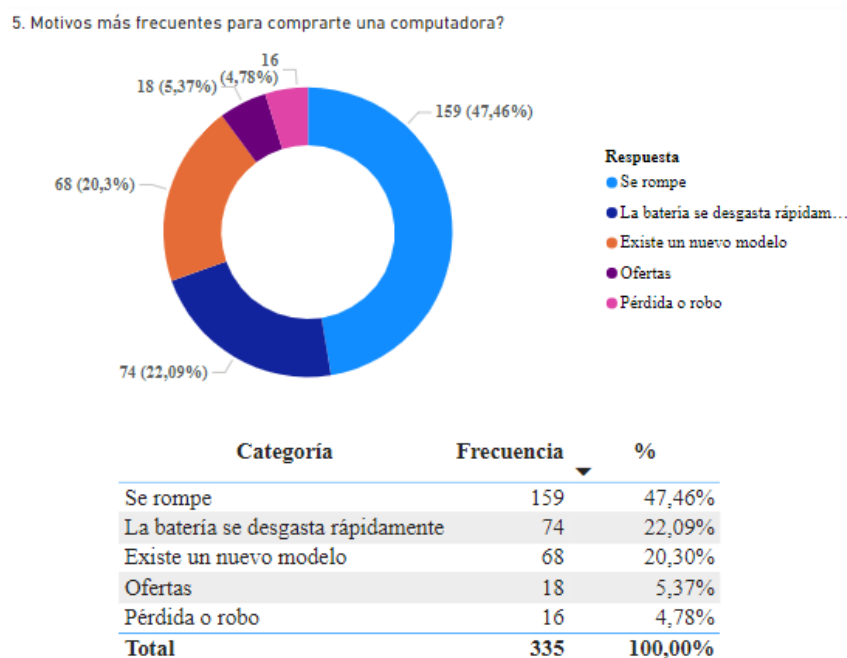
4. Cuántas computadoras tenés en casa que estén siendo usadas?



Categoría	Frecuencia	%
Tres	137	40,90%
Dos	107	31,94%
Una	62	18,51%
Más	29	8,66%
Total	335	100,00%

Nota. Elaboración propia, dashboard hecho con Power BI.

Con respecto a la pregunta número 5 de la presente encuesta sobre ¿Motivos más frecuentes para comprarte una computadora?, 159 estudiantes respondieron porque se les rompe, siendo un (47,46%); 74 estudiantes seleccionaron la opción que la batería se desgasta rápidamente, con un porcentaje de (22,09%); otros 68 estudiantes seleccionaron porque existe un nuevo modelo, con un (20,3%); 18 estudiantes mencionaron que se compran una computadora porque hay oferta, siendo un (5,37%) y 16 estudiantes expresaron el motivo para comprarse una computadora es por pérdida o robo, siendo (4,78%). Seguidamente muestro el gráfico para una mejor comprensión Figura20:

Figura 20*Motivos para comprar una computadora*

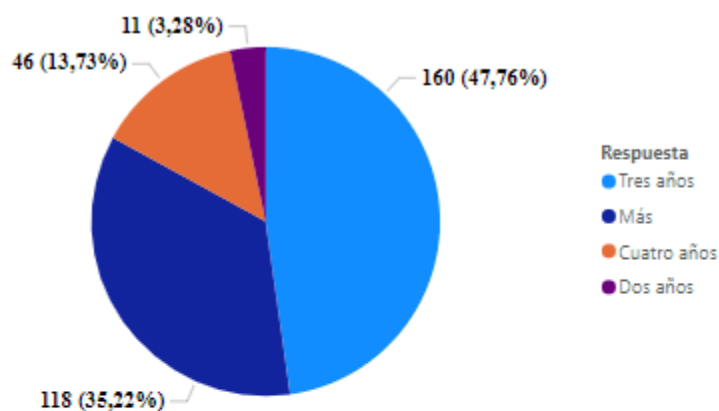
Nota. Elaboración propia, dashboard hecho con Power BI.

Respecto a la pregunta número 6 ¿Cada cuánto tiempo te compras una computadora? de la presente encuesta, 160 estudiantes seleccionaron la categoría de 3 años, siendo un porcentaje de (47,76%); 118 estudiantes optaron por la categoría de más años, con un (35,22%); otros 46 estudiantes cada 4 años se compran una computadora, siendo un (13,73%) y 11 estudiantes respondieron cada dos años, con un (3,28%). Podemos observar a partir de la encuesta que, más de la mitad de los estudiantes compran una computadora entre 3 a 4 años, y otra proporción de 35% expresó que se compra una computadora en más años. Mostramos la Figura21 para una mejor comprensión:

Figura 21

Tiempo en que tarda en comprar una computadora

6. Cada cuánto tiempo te compras una computadora?



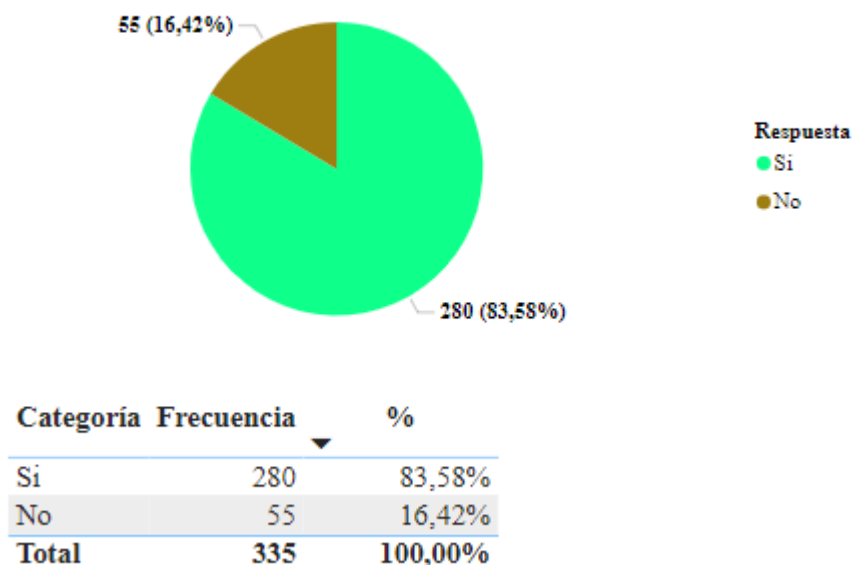
Categoría	Frecuencia	%
Tres años	160	47,76%
Más	118	35,22%
Cuatro años	46	13,73%
Dos años	11	3,28%
Total	335	100,00%

Nota. Elaboración propia, dashboard hecho con Power BI.

Para la pregunta número 7 de la encuesta, trata sobre ¿El conocimiento que tienen de los residuos electrónicos al ser desechados y no ser tratados logrando causar daño al medio ambiente y salud?, 280 estudiantes respondieron que sí conocen, con un (83,58%) y por otro lado 55 estudiantes respondieron que no conocen, siendo un (16,42%). Del gráfico circular podemos observar que la mayor parte de estudiantes conocen que los residuos electrónicos de no ser tratados pueden causar daño, por ende prima un alto grado de conocimiento. A continuación presentamos la Figura22 para su entendimiento:

Figura 22*Conocimiento sobre residuos electrónicos y daño al medio ambiente y salud*

7. Sabías que los residuos electrónicos contienen residuos peligrosos como metales, plomo, aluminio, etc. que al ser desechados y no ser tratados pueden causar daños a la salud y al ambiente?



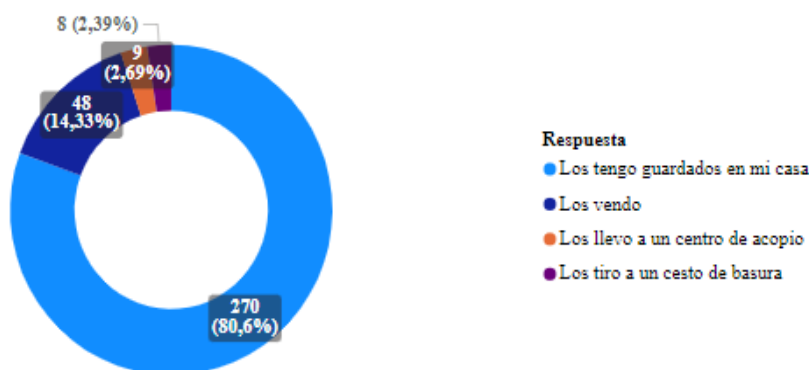
Nota. Elaboración propia, dashboard hecho con Power BI.

Para la pregunta número 8 de ¿Qué haces con los aparatos electrónicos que ya no usas? según encuesta, 270 estudiantes seleccionaron la opción de tenerlos guardados en casa, siendo un (80,6%); 48 estudiantes optaron por venderlos, siendo un (14,33%); otros 9 estudiantes seleccionaron la opción de llevar a un centro de acopio, siendo un porcentaje de (2,69%) y 8 estudiantes respondieron que los tiran a la basura, con un (2,39%). Analizamos que hay un mayor porcentaje de estudiantes que no accionan sobre los aparatos electrónicos que no usan y sólo un 2% lleva los aparatos electrónicos a un centro de acopio. Mostrando en la Figura23 para su conocimiento:

Figura 23

Accionar de los encuestados sobre los residuos electrónicos

8. Qué haces con los aparatos electrónicos que ya no usas?



Categoría	Frecuencia	%
Los tengo guardados en mi casa	270	80,60%
Los vendo	48	14,33%
Los llevo a un centro de acopio	9	2,69%
Los tiro a un cesto de basura	8	2,39%
Total	335	100,00%

Nota. Elaboración propia, dashboard hecho con Power BI.

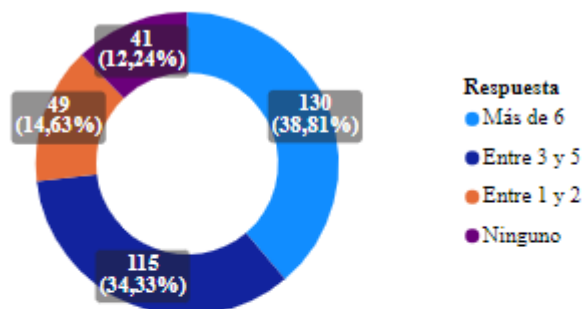
Con relación a la pregunta número 9 de la encuesta ¿Tenés aparatos electrónicos en casa que ya no te sirvan?, 285 estudiantes respondieron con un sí, siendo un (85,07%) por otro lado 50 estudiantes seleccionaron no, con un porcentaje de (14,93). Esta pregunta se relaciona con la pregunta número 10 de ¿Cuántos objetos electrónicos tenés en casa que no te sirvan? según encuesta, 130 estudiantes seleccionaron la opción de más de 6 objetos electrónicos (laptop y/o netbook) que tienen en casa y que no les sirven, siendo un (38,81%); 115 estudiantes optaron entre 3 y 5 aparatos electrónicos, siendo un (34,33%); otros 49 estudiantes seleccionaron la opción de entre 1 y 2 objetos electrónicos, siendo un porcentaje de (14,63%) y 41 estudiantes respondieron que no tienen objetos electrónicos en casa que no le sirvan, con un (12,24%). Analizamos que hay un mayor porcentaje de estudiantes que cuenta con entre 3 hasta más de 6 objetos electrónicos en

casa y que no les sirvan. Representando en la Figura24 para su entendimiento:

Figura 24

Cantidad de residuos electrónicos en casa

10. Cuántos objetos electrónicos tenés en casa que no te sirvan?



Categoría	Frecuencia	%
Más de 6	130	38,81%
Entre 3 y 5	115	34,33%
Entre 1 y 2	49	14,63%
Ninguno	41	12,24%
Total	335	100,00%

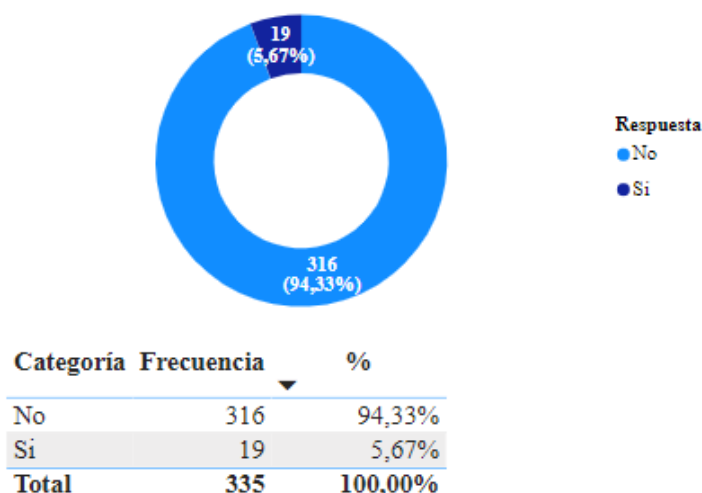
Nota. Elaboración propia, dashboard hecho con Power BI.

Teniendo en cuenta la pregunta número 12 tratándose de ¿si conocen a un distribuidor o comercializador que recicle computadoras? según encuesta, 316 estudiantes respondieron que no conocen, con un (94,33%) y por otro lado 19 estudiantes respondieron que sí conocen, siendo un (5,67%). Del gráfico de anillos observamos que la mayoría de estudiantes no conocen a un distribuidor o comercializador que recicle computadoras en la ciudad de La Plata. A continuación presentamos la Figura25 para su comprensión:

Figura 25

Conocimiento de distribuidor que recicle residuos electrónicos

12. Conoces a un distribuidor o comercializador que recicle computadoras?



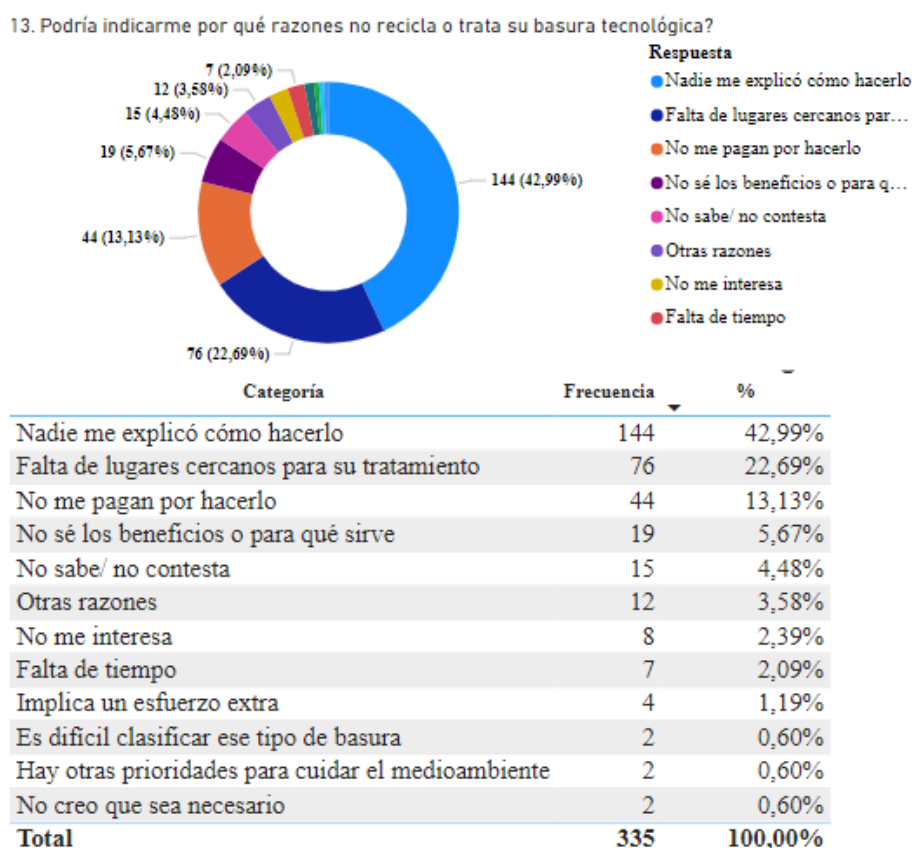
Nota. Elaboración propia, dashboard hecho con Power BI.

Para la pregunta número 13 de la presente encuesta sobre ¿Las razones de por qué no reciclar o tratar la basura electrónica?, 144 estudiantes seleccionaron la opción de nadie me explicó cómo hacerlo, siendo un (42,42%); 76 estudiantes seleccionaron a la opción falta de lugares cercanos para su tratamiento, con un porcentaje de (22,69%); otros 44 estudiantes seleccionaron porque no me pagan para hacerlo, con un (13,13%); 19 estudiantes mencionaron que no saben los beneficios o para que les sirven, siendo un (5,63%); 15 estudiantes expresaron no sabe o no contesta, siendo (4,48%); 12 estudiantes optaron por otras razones, siendo un (3,58%); 8 estudiantes mencionaron que no les interesa, siendo un (2,39%); 7 estudiantes

mencionaron por falta de tiempo, siendo un (2,09%); 4 estudiantes respondieron que implica un esfuerzo extra, siendo un (1,19%); 2 estudiantes mencionaron es difícil de clasificar esa basura, siendo un (0,6%); 2 estudiantes mencionaron que hay otras prioridades para cuidar el medio ambiente, siendo un (0,6%) y 2 estudiantes seleccionaron no creo que sea necesario, siendo un (0,6%). De lo observado en el gráfico de anillo podemos interpretar un mayor porcentaje respondió que nadie le explicó de cómo hacerlo, seguidamente otros estudiantes seleccionaron la falta de lugares cercanos para su tratamiento. A continuación muestro el gráfico para una mejor comprensión Figura26:

Figura 26

Razones del porque no se recicla o trata la basura electrónica



Nota. Elaboración propia, dashboard hecho con Power BI.

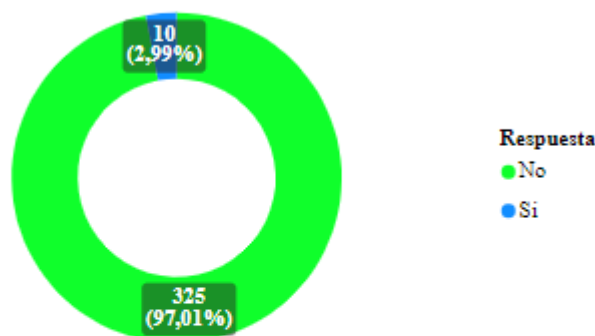
Con relación a la pregunta número 14 tratándose de ¿Has asistido alguna charla sobre cómo tratar a los aparatos eléctricos y electrónicos? de la encuesta, 325 estudiantes respondieron que no

asistieron a una charla sobre cómo tratar los residuos electrónicos, con un (97,01%) y por otro lado 10 estudiantes respondieron que sí asistieron a una charla sobre cómo tratar los residuos electrónicos, siendo un (2,99%). Del gráfico de anillos observamos que la mayoría de estudiantes no han asistido a una charla sobre cómo tratar los residuos electrónicos, siendo un 97% del total de 335 estudiantes. A continuación mostramos la Figura 27 para su percepción:

Figura 27

Asistencia a charla sobre trato de residuos electrónicos

14. Has asistido alguna charla sobre cómo tratar los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos?



Categoría	Frecuencia	%
No	325	97,01%
Si	10	2,99%
Total	335	100,00%

Nota. Elaboración propia, dashboard hecho con Power BI.

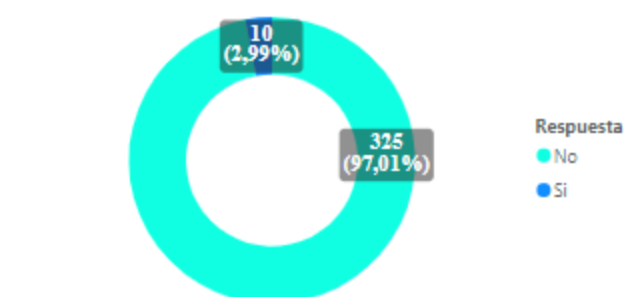
En cuanto a la pregunta número 15 sobre ¿Conoces alguna empresa que se encargue de la recolección de residuos electrónicos? según encuesta, 325 estudiantes respondieron que no conocen a empresas que se encarguen de la recolección de residuos electrónicos, con un (97,01%) y por otro lado 10 estudiantes respondieron que sí conocen a empresas que se encarguen de la recolección de residuos electrónicos, siendo un (2,99%). Del gráfico de anillos observamos que la mayoría de estudiantes no conocen empresas que se encarguen de la recolección de residuos electrónicos, siendo un 97% del total de 335 estudiantes. Además se relaciona con la pregunta

número 11 sobre ¿si conocen o no algún centro de acopio para el reciclaje de residuos electrónicos? según encuesta, 309 estudiantes respondieron que no conocen, con un (92,24%) y por otro lado 26 estudiantes respondieron que sí conocen, siendo un (7,76%). A continuación mostramos la Figura28 para su conocimiento:

Figura 28

Conocimiento de empresas que recolecte residuos electrónicos

15. Conoces alguna empresa que se encargue de la recolección de residuos electrónicos?



Categoría	Frecuencia	%
No	325	97,01%
Si	10	2,99%
Total	335	100,00%

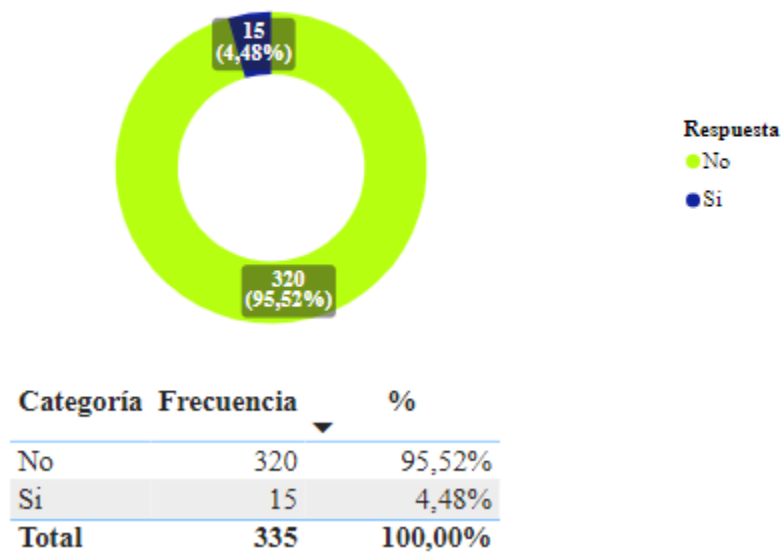
Nota. Elaboración propia, dashboard hecho con Power BI.

En cuanto a la pregunta número 16 sobre ¿Conoces alguna organización no gubernamental en La Plata donde acopie los residuos electrónicos? según encuesta, 320 estudiantes respondieron que no conocen a alguna organización no gubernamental en la Ciudad de La Plata que acopie los residuos electrónicos, con un (95,52%) y por otro lado 15 estudiantes respondieron que sí conocen a una organización no gubernamental en la ciudad de La Plata que acopie residuos electrónicos, siendo un (4,48%). Del gráfico de anillos observamos que el mayor porcentaje de estudiantes no conocen alguna organización no gubernamental en La Plata donde se acopie residuos electrónicos, siendo un 95% del total de 335 estudiantes. A continuación mostramos la Figura29 para su conocimiento:

Figura 29

Conocimiento de una ONG que recopile residuos electrónicos en La Plata

16. Conoces alguna Organización No Gubernamental en La Plata donde acopie los residuos electrónicos?



Nota. Elaboración propia, dashboard hecho con Power BI.

Conclusiones

El presente trabajo de investigación pone de manifiesto la necesidad de crear conciencia sobre el manejo adecuado de los residuos electrónicos, tomando en cuenta la encuesta aplicada a trescientos treinta y cinco estudiantes de Informática de la Universidad Pública en la ciudad de La Plata pudiendo observar el comportamiento, conocimiento y accionar que tienen los estudiantes respecto a los residuos electrónicos, contando en su mayoría con tres computadoras (sean estas laptops y/o Netbooks) para su uso diario.

La descripción de la situación actual de los estudiantes de Informática fue llevada a cabo mediante el uso de la herramienta Power BI donde los datos fueron canalizados para su análisis. La representación gráfica de los resultados fueron analizados en forma de gráficos de anillos y circulares facilitando la comprensión y la interpretación rápida de la información, permitiendo que organizaciones y/o autoridades logren utilizar la información extraída de los datos para tomar decisiones de manera estratégica e informada que beneficien a la comunidad.

Por consiguiente, se ha identificado en la encuesta el comportamiento de los estudiantes de Informática en la ciudad de La Plata sobre los aparatos electrónicos que no usan, de los cuales un 80% cuentan con aparatos electrónicos guardados en casa y un 73% de los estudiantes tiene entre 3 a más de 6 objetos electrónicos que no usan. Precisamos además que, uno de los objetivos de este trabajo de investigación es identificar buenas prácticas para el tratamiento de los residuos electrónicos, tomando de ejemplo países como Japón donde los consumidores son responsables de la eliminación del aparato electrónico y del pago de tarifas de acopio y reciclaje mediante tickets de reciclaje. En el caso de Colombia, donde se presenta un sistema de recolección selectiva de los residuos electrónicos, como herramienta de gestión y control ambiental que deben cumplir los importadores, fabricantes y comercializadores para que cada miembro sea responsable de la recolección de los residuos electrónicos. O casos como Suiza que cada vez que un consumidor va a comprar una computadora es responsable del costo de reciclar, por ello el productor cobra una tarifa de reciclaje, donde es monitoreado por el productor para que el consumidor deje el residuo electrónico en el lugar donde lo compró.

Si bien la economía circular busca reducir, reutilizar, reciclar y regenerar recursos con la

finalidad de disminuir el desperdicio, maximizando su eficiencia, se propone una guía tecnológica para lograr incrementar la economía circular como el internet de las cosas, permitiendo monitorear a través de sensores el estado y rendimiento de aparato electrónico a lo largo de su ciclo de vida; utilizar Big data para mejorar los procesos de gestión de los residuos electrónicos; implementar blockchain para rastrear el origen hasta el término del ciclo de vida de los residuos electrónicos; usar impresiones 3D para facilitar la reparación y reciclaje de piezas tecnológicas; o utilizar inteligencia artificial para optimizar la gestión de inventario en una economía circular.

En cuanto al implemento de métodos de logística inversa para devolver los residuos electrónicos a los productores, se propone realizarlas haciendo uso de tecnologías que puedan mejorar la agilidad y eficiencia que han de ser adaptadas a medianas, grandes o pequeñas empresas siendo: Software de sistemas de almacenes, para controlar y gestionar las operaciones diarias de almacén. Sistemas de seguimiento y trazabilidad, utilizando código de barras, código QR, o identificación de radiofrecuencias para el seguimiento del aparato electrónico. Software de gestión de devoluciones, implementando gestiones de software para las devoluciones. Machine learning y análisis de datos, siendo usado para optimizar las rutas y predecir patrones de devolución. Aplicaciones móviles, donde podamos facilitar a los clientes la solicitud de devoluciones y seguimiento de los residuos electrónicos. O bien, automatización o robótica que puedan ayudar a la clasificación y desmontaje de los residuos electrónicos.

En este contexto, las herramientas tecnológicas emergen como aliadas fundamentales para optimizar la gestión de RAEE. La implementación de soluciones tecnológicas innovadoras puede potenciar la eficiencia en la recolección, clasificación, tratamiento y reciclaje de estos residuos, minimizando su impacto ambiental y maximizando la recuperación de valiosos recursos.

Es importante destacar que la presente investigación representa un paso inicial en la gestión integral de RAEE en la Facultad de Informática de la UNLP. Sin embargo, se requiere más investigaciones en esta área para obtener una comprensión más completa del problema de los residuos electrónicos y desarrollar soluciones efectivas para su gestión.

Líneas Futuras de Investigación

Se presenta como trabajo futuro de investigación, la extensión del ámbito de estudio proponiendo analizar mediante dataset datos de las organizaciones tanto públicas o privadas para conocer puntos verdes de recolección de residuos electrónicos, así como analizar la situación actual de cada provincia de La Argentina para poder conocer donde estamos parados y poder predecir un futuro menos contaminado. Además de realizar un análisis comparativo entre provincias sobre el grado de avance del tratamiento que le dan a los residuos electrónicos. Por otro lado, dentro de las organizaciones privadas conocer el seguimiento de la cadena de suministro que le dan a los residuos electrónicos mediante el análisis de los datos.

Acrónimos

BI	Inteligencia de Negocios
AEE	Aparatos Eléctricos y Electrónicos
TIC	Tecnologías de la Información y las Comunicaciones Residuos de Aparatos
RAEE	Eléctricos y Electrónicos
PCMCIA	Asociación Internacional de Tarjetas de Memoria para Equipos Personales
ONU	Organización de Naciones Unidas
UNLP	Universidad Nacional de La Plata
IA	Inteligencia artificial
IoT	Internet de las cosas
RFID	Identificación por radiofrecuencia

Referencias

- Aglaia. (06 de Octubre de 2021). *8 trucos para limpiar una Base de Datos con Power BI*. Recuperado el 21 de Noviembre de 2024. <https://aglaia.es/blog/power-bi/8-trucos-para-limpiar-una-base-de-datos-con-power-bi/>
- Alegsa., L. (09 de Julio de 2023). *Definición de dispositivo electrónico*. Alegsa. https://www.alegsa.com.ar/Dic/dispositivo_electronico.php#gsc.tab=0
- Arévalo Reyna, J. (2017). *Simulación del proceso de gestión de los residuos electrónicos de la línea gris en la ciudad de Tarapoto para planificar escenarios futuros en el periodo 2016 – 2050*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Martín, Perú.p.37. <https://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/11458/2629/1/SISTEMAS%20-%20Juan%20Carlos%20Arevalo%20Reyna.pdf>
- Ar-Racking. (2023) *¿Qué es la Logística Inversa? Concepto, tipos y ventajas logísticas*. Recuperado el 21 de Noviembre de 2024. <https://www.ar-racking.com/cl/blog/logistica-inversa-que-es-tipos-y-ventajas-logisticas/>
- Ayesa. (2024) *¿Qué hace Power BI? ¿Qué componentes componen Power BI?* <https://ayesa365.com/todo-lo-que-siempre-quisiste-saber-sobre-microsoft-power-bi/>
- Barrera, J. (21 de Marzo de 2023). *Descubre cómo Power BI puede mejorar la toma de decisiones en tu empresa: Únete a mi curso práctico de visualizaciones efectivas*. LinkedIn. Recuperado el 21 de Noviembre de 2024. <https://www.linkedin.com/pulse/descubre-c%C3%B3mo-power-bi-puede-mejorar-la-toma-de-en-tu-juan-barrera/>
- BBC News Mundo. (23 de Marzo de 2021). *¿Es mejor tener la laptop enchufada todo el tiempo o usar la batería?: esto es lo que dicen los expertos*. Recuperado el 21 de Noviembre de 2024. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-56434598>
- Cámara Oviedo. (29 de Marzo de 2023). *¿Qué es la toma de decisiones y qué ventajas ofrece? MBA Asturias*. <https://www.mba-asturias.com/empresas/toma-de-decisiones/>
- Cano, J. (2007). *Business Intelligence Competir con Información*. Esade. https://itemsweb.esade.edu/biblioteca/archivo/Business_Intelligence_competir_con_informacion.pdf

- Cantoni Rabolini, N. (2009). *Técnicas de muestreo y determinación del tamaño de la muestra en investigación cuantitativa*. Revista Argentina de Humanidades y Ciencias Sociales, 7 (2). https://www.sai.com.ar/metodologia/rahycs/rahycs_v7_n2_06.htm
- Capacitación y Desarrollo UC. (s.f.). *Power BI y la toma de decisiones: ¿Cómo se relacionan?* Recuperado el 21 de Noviembre de 2024. <https://capacitacion.uc.cl/articulos/317-power-bi-y-la-toma-de-decisiones-como-se-relacionan>
- Castro, M. (22 de Enero de 2024). *Stadler construye planta de clasificación de residuos electrónicos en Suiza*. PT Plastics Technology México. <https://www.pt-mexico.com/noticias/post/stadler-construye-planta-de-clasificacion-de-residuos-electronicos-en-suiza>
- Clerc, J., Pereira, A., Alfaro, C., & Yunis, C. (2019). *Economía Circular y Valorización de Metales. Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/57160162-10a1-47c1-b025-b7978f3fda17/content>
- Clinckspoor, G. L., & Ferraro, R. F. (2020). *Análisis de los actores involucrados en el tratamiento de los residuos electrónicos de las TIC en Mar del Plata*. Revista de Antropología y Arqueología, (39), 41-64. Sistema de Información Científica Redalyc. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81464332003>
- Definición.de. (05 de Julio de 2023). *Principales Características de Netbook*. <https://definicion.de/netbook/>
- Dhl Bootcamp. (s.f.). *Robots en logística: tipos, tendencias y desafíos. Los mayores desafíos de usar robots*. Recuperado el 21 de Noviembre de 2024. <https://bootcamp.latam.express.dhl.com/es-ar/robots-en-logística-tipos-tendencias-y-desafíos>
- Díaz, P. (03 de Febrero de 2023). *Cómo blockchain está revolucionando la gestión de materiales y residuos*. Manufactura Latam. Recuperado el 21 de Noviembre de 2024. <https://www.manufactura-latam.com/es/noticias/como-blockchain-esta-revolucionando-la-gestion-de-materiales-y-residuos>

- DispatchTrack. (s.f.). *Logística inversa en la cadena de suministro: qué es, tipos y ejemplos*. Recuperado el 21 de Noviembre de 2024.
<https://www.beetrack.com/es/blog/logistica-inversa-cadena-suministro>
- Ecotic. (s.f.). *Qué son los aparatos eléctricos y electrónicos*. Eco Instaladores.
<https://ecoinstaladores.com/asociaciones/que-son-los-aparatos-electricos-y-electronicos/>
- Ecozap. (02 de Mayo de 2023). *El origen de la economía circular: una mirada histórica*.
<https://ecozap.es/economia-circular/el-origen-de-la-economia-circular-una-mirada-historica/>
- Editorial Etecé. (07 de Septiembre de 2021). *Enciclopedia de Humanidades: Dispositivos de entrada y salida*. Recuperado el 21 de Noviembre de 2024.
<https://humanidades.com/dispositivos-de-entrada-y-salida/>
- Ekoa Unlp. (s.f.). *Somos EKO A, acción circular por un mundo sostenible*.
<https://ekoa.unlp.edu.ar/>
- Enae. (04 de Febrero de 2019). *Power BI, la herramienta de moda en gestión de datos*. Recuperado el 21 de Noviembre de 2024. https://www.enaes.es/blog/power-bi-la-herramienta-de-moda-en-gestion-de-datos?_adin=02021864894
- Evotic. (s.f.). *Ventajas Power BI ¿Qué es Power BI? Ventajas y Tipos de Licencias*. Recuperado el 21 de Noviembre de 2024. <https://evotic.es/business-intelligence-bi/que-es-power-bi-ventajas-y-tipos-de-licencias/>
- Explicación.Net. (s.f.). *Ciclo de vida de una computadora*. . Recuperado el 21 de Noviembre de 2024. <https://www.explicacion.net/ciclo-de-vida-de-una-computadora/>
- Facultad de Informática. (04 de Noviembre de 2022). *Resultado de Elecciones Estudiantiles 2022*. Universidad Nacional de La Plata. <https://www.info.unlp.edu.ar/resultados-de-las-elecciones-estudiantiles-2022/>
- Facultad de Informática. (2018). *Recicla tu Compu - Recicla tu Mundo*. Sedici. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de La Plata.
<http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/91462>

- Fadesa Ingenieros. (s.f.). *Diseño y desarrollo de dispositivos electrónicos*. Recuperado el 22 de Noviembre de 2024. <https://fadesaing.com/disen-y-desarrollo-de-dispositivos-electronicos/>
- Flores, J. (18 de Enero de 2023). *La basura electrónica y su peligro para el medio ambiente*. National Geographic España. https://www.nationalgeographic.com.es/mundo-ng/peligros-basura-electronica_13239
- Foro Ambiental. (14 de Noviembre de 2017). *Planta experimental de reciclaje de residuos electrónicos en La Plata*. Recuperado el 21 de Noviembre de 2024. <https://www.foroambiental.net/planta-experimental-reciclaje-residuos-electronicos-la-plata/>
- Frumento, F. (s.f.). *Logística inversa: cómo transformar cambios y devoluciones en ganancias*. Tienda Nube. Recuperado el 21 de Noviembre de 2024. <https://www.tiendanube.com/blog/logistica-inversa/>
- García Córdoba, F. (2004). *El cuestionario*. Limusa Noriega Editores. <https://books.google.com.mx/books?id=-JPW5SWuWOUC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
- García, G. (28 de Febrero de 2023). *Robótica, aliada de la economía circular*. Recuperado el 21 de Noviembre de 2024. <https://thefoodtech.com/seguridad-alimentaria/robotica-aliada-de-la-economia-circular/>
- García, V. (16 de Octubre de 2020). *La fabricación 3D impulsará el crecimiento económico*. Revista byte. Recuperado el 21 de Noviembre de 2024. <https://revistabyte.es/actualidad-it/fabricacion-3d-crecimiento-economico/>
- Gesprolog. (s.f.). *Revolucionando la logística: Beneficios del Big Data, Análisis Predictivo e Inteligencia Artificial (AI)*. <https://www.gesprolog.com/logistica-big-data-ia/>
- Gieicom. (s.f.). *Beneficios del Blockchain en la logística. ¿Qué es el Blockchain y cómo beneficia a la logística?* <https://www.gieicom.com/strategic-intelligence/beneficios-del-blockchain-en-la-logistica.html>
- Globalitec. (s.f.). *¿De qué material están hechas las baterías de Laptop, como reconocer si es original o no?* Recuperado el 22 de Noviembre de 2024. <https://globalitec.gt/blog/laptops->

9/de-que-material-estan-hechas-las-baterias-de-laptop-como-reconocer-si-es-original-o-no-5163

Gómez, M.C. (18 de Diciembre de 2021). *Qué es una encuesta, para qué sirve y qué tipos existen*. HubSpot. Recuperado el 21 de Noviembre de 2024.
<https://blog.hubspot.es/service/que-es-una-encuesta>

GotCarga. (22 de Febrero de 2018). *Trazabilidad de productos y gestión de la logística inversa, factores esenciales en la distribución*.
<https://www.gotcarga.com/trazabilidad-de-productos-y-gestion-de-la-logistica-inversa-factores-esenciales-en-la-distribucion/>

Heura. (s.f.). *BLOCKCHAIN en la industria del reciclaje*. Recuperado el 22 de Noviembre de 2024. <https://heura.net/blockchain-en-la-industria-del-reciclaje/>

Iberdrola. (s.f.). *La obsolescencia programada y sus consecuencias sobre el medio ambiente*.
<https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/obsolescencia-programada>

Iberdrola. (s.f.). *Qué es la basura tecnológica: El problema de la basura tecnológica en el mundo*. <https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/que-es-basura-tecnologica>

IBM. (s.f.). *¿Qué es el Internet de las cosas (IoT)?* Recuperado el 22 de Noviembre de 2024.
<https://www.ibm.com/es-es/topics/internet-of-things>

Imagar Solutions Company. (23 de Junio de 2020). *Los Riesgos del Software Obsoleto para la Empresa*. <https://www.imagar.com/blog-desarrollo-web/los-riesgos-del-software-obsoleto-para-la-empresa/>

Informática Moderna. (s.f.). *La Netbook- Minilaptop*.
<https://www.informaticamoderna.com/Netbook.htm>

Informática Moderna. (s.f.). *Laptop y Ultrabook*.
<https://www.informaticamoderna.com/Laptop.htm>

Instituto de Tecnología UNAM. (s.f.). *Obsolescencia Funcional*.
<https://www.iingen.unam.mx/es-mx/AlmacenDigital/CapsulasTI/Paginas/ObsolescenciaFuncional.aspx>

- ITC Formación y Consultoría. (11 de Abril de 2022). *7 razones para usar Microsoft Power BI*.
<https://itcformacionyconsultoria.com/noticias/7-razones-para-usar-power-bi/>
- Invid. (2020) *¿Qué es la inteligencia de negocios?*
<https://invidgroup.com/es/que-es-la-inteligencia-de-negocios/>
- JD Eléctricos. (26 de Diciembre de 2020). *Aparatos Eléctricos y Electrónicos: ¿En qué se diferencian?* <https://jdelectricos.com.co/aparatos-electricos-y-electronicos/>
- León Weilmant P. y Vatter Rodríguez, M. (2020). *Análisis de la Ley N°20 920 que Establece Marco para la Gestión de Residuos, la Responsabilidad Extendida del Productor al Reciclaje: Deficiencias Regulatorias y desafíos en su Implementación*. Facultad de Derecho de la Universidad de Chile. p.38.
<https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/178019/Analisis-de-la-Ley-no-20.920-que-establece-marco-para-la-gestion-de-residuos-la-responsabilidad-extendida-del-productor.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Lifeder. (23 de Julio de 2020). *Dispositivos de salida: características, para qué sirven, tipos, ejemplos*. <https://www.lifeder.com/dispositivos-de-salida/>
- Logistec. (20 de Octubre de 2022). *Los Nuevos Procesos y Tecnologías que están Mejorando la Logística Inversa*. <https://www.revistalogistec.com/scm/logistica-reversa-2/4496-los-nuevos-procesos-y-tecnologias-que-estan-mejorando-la-logistica-inversa>
- Logística. (27 de Noviembre de 2012). *Gestión de residuos electrónicos*.
<https://logistica.enfasis.com/historico/gestion-residuos-electronicos/>
- López, P. (02 de Abril de 2020). *SSD: ¿Qué es y para qué sirve?* Geeknetic.
<https://www.geeknetic.es/SSD/que-es-y-para-que-sirve>
- Lott, J. (21 de Marzo de 2019). *Tokio convierte los residuos electrónicos en oro*. Epc.
<https://epcglobalsolutions.lat/tokio-convierte-los-residuos-electronicos-en-oro/>
- Martin, B. (25 de marzo de 2022). *Cómo África está liderando el camino en la lucha contra los desechos electrónicos*. World Economic Forum. Recuperado el 21 de Noviembre de 2024. <https://www.weforum.org/agenda/2022/03/how-to-solve-the-global-e-waste-issue-4-lessons-from->

africa/?utm_source=linkedin&utm_medium=social_video&utm_term=1_1&utm_content=26049_mine_electronic_waste&utm_campaign=social_video_2023

Mayne, J. (28 de Abril de 2023). *Basura que vale oro: una empresa mendocina es pionera en el reciclaje de desechos electrónicos*. TN. Recuperado el 21 de Noviembre de 2024.

<https://tn.com.ar/sociedad/2023/04/28/basura-que-vale-oro-una-empresa-mendocina-es-pionera-en-el-reciclaje-de-desechos-electronicos/>

Metales & Máquinas. (23 de Septiembre de 2024). *Fronius optimiza la impresión 3D con metal gracias a una nueva curva de soldadura*. <https://www.metalesymaquinas.com/texto-diario/mostrar/5002705/fronius-optimiza-impresion-3d-metal-gracias-nueva-curva-soldadura>

Microsoft. (04 de Agosto de 2020). *Microsoft se compromete a alcanzar sus metas de ‘cero residuos’ para 2030*. Recuperado el 21 de Noviembre de 2024.

<https://news.microsoft.com/es-xl/microsoft-se-compromete-a-alcanzar-sus-metas-de-cero-residuos-para-2030/>

Microsoft. (s.f.). *Limpiar, transformar y cargar de datos en Power BI*. Recuperado el 21 de Noviembre de 2024. <https://learn.microsoft.com/es-es/training/modules/clean-data-power-bi/>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación. (2020). *Manual de gestión integral de residuos de aparato eléctrico y electrónico (RAEE), una fuente de trabajo decente para avanzar hacia la economía circular*.

https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/manual_raee.pdf

Ministerio de Medio Ambiente del Gobierno de Chile. (Octubre de 2016). *Guía de educación ambiental y residuos*. <https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/08/Guia-de-Educacion-Ambiental-y-Residuos.pdf>

Mirela, R. (26 de Septiembre de 2018). *Minerales en la Computadora*. Prezi.

<https://prezi.com/p/gomz7m-fchex/minerales-en-la-computadora/>

MSP a mobile software company. (s.f.). *Facilite el Proceso de Logística Inversa (Devoluciones)*.

<https://mspmovil.com/solucion/app-logistica-inversa/>

Muñoz Cuchca, E., & Solís Trujillo, B. P. (01 de Septiembre de 2021). *Enfoque cualitativo y*

- cuantitativo de la evaluación formativa*. Revista de Ciencias Humanísticas y Sociales.6 (3). <https://zenodo.org/records/5512591>
- Naciones Unidas. (25 de Enero de 2022). *Cambio Climático y Medioambiente. Falta actualizar la legislación*. <https://news.un.org/es/story/2022/01/1503102>
- Narvaez, M. (s.f.). *¿Qué es inteligencia de negocios y cómo aprovecharla?* QuestionPro. Recuperado el 22 de Noviembre de 2024. <https://www.questionpro.com/blog/es/que-es-inteligencia-de-negocios/>
- Next Step. (s.f.). *10 ventajas de Power BI, tipos de licencias y cuál se adapta mejor a tu empresa*. <https://www.next-step.es/10-ventajas-de-power-bi-tipos-de-licencias-y-cual-se-adapta-mejor-a-tu-empresa/>
- Nic Argentina. (Mayo de 2018). *¿Cómo nos afecta la Basura Electrónica?* <https://nic.ar/es/enterate/novedades/como-afecta-basura-electronica>
- Noticias de la Ciencia y Tecnología. (20 de Noviembre de 2024). *Power BI: La herramienta clave para el análisis de datos en las empresas*. <https://noticiasdelaciencia.com/art/52608/power-bi-la-herramienta-clave-para-el-analisis-de-datos-en-las-empresas>
- Novoseltseva, E. (16 de Marzo de 2021). *Herramientas de Business Intelligence y casos de uso*. Apiumhub. <https://apiumhub.com/es/tech-blog-barcelona/herramientas-de-business-intelligence-y-casos-de-uso/>
- Ortiz Pimiento, J. C. (13 de Septiembre de 2022). *Reciclaje de RAEE: un caso de éxito en Colombia*. Tecnología del Plástico. <https://www.plastico.com/es/noticias/reciclaje-de-raee-un-caso-de-exito-en-colombia>
- Parlamento Europeo. (23 de Diciembre de 2020). *Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en la UE: datos y cifras (infografía)*. <https://www.europarl.europa.eu/news/es/headlines/society/20201208STO93325/residuos-de-aparatos-electricos-y-electronicos-en-la-ue-datos-y-cifras>
- Parlamento Europeo. (24 de Mayo de 2023). *Economía circular: definición, importancia y beneficios*. <https://www.europarl.europa.eu/news/es/headlines/economy/20151201STO05603/econo>

mia-circular-definicion-importancia-y-beneficios

Perfil. (16 de Junio de 2021). *En Argentina, sólo se recicla el 5% de los residuos electrónicos.*

<https://www.perfil.com/noticias/ecologia/en-argentina-solo-se-recicla-el-5-de-los-residuos->

[electronicos.phtml#:~:text=Seg%C3%BAn%20el%20Observatorio%20Mundial%20de,recicladose%20es%20s%C3%B3lo%20del%205%25](https://www.perfil.com/noticias/ecologia/en-argentina-solo-se-recicla-el-5-de-los-residuos-electronicos.phtml#:~:text=Seg%C3%BAn%20el%20Observatorio%20Mundial%20de,recicladose%20es%20s%C3%B3lo%20del%205%25)

Penosil. (14 de Diciembre de 2021). *¿Qué es la economía circular?*

https://penosil.com/es/educational_articles/economia-circular/

Presencia Suiza. (31 de Mayo de 2023). *Reciclaje.*

<https://www.eda.admin.ch/aboutswitzerland/es/home/umwelt/natur/recycling.html>

Primer Plano Quilmes. (22 de Febrero de 2023). *La historia de las notebooks y cómo cambiaron el mundo de la informática.* Recuperado el 21 de Noviembre de 2024.

<https://www.primerplanoquilmes.com/2023-02-22/la-historia-de-las-notebooks-y-como-cambiaron-el-mundo-de-la-informatica-6163/>

Printer Computer Service. (s.f.). *¿Cómo funciona un cargador de laptop? Descubre sus partes clave.* <https://printercomputerservice.com/cargador-laptop-descubre-partes-clave/>

Profesional Review. (11 de Septiembre de 2022). *Portátil ¿Qué es y cuál es su historia?*

<https://www.profesionalreview.com/2022/09/11/portatil-que-es/>

Provincia de Buenos Aires. (28 de Diciembre de 2010). *Resolución 389/10.*

<https://normas.gba.gob.ar/documentos/VmRqXQF1.html>

Proyecto Residuos Electrónicos América Latina. (29 de Septiembre de 2022). *Boletín número 9.* Recuperado el 22 de Noviembre de 2024.

<https://residuoselectronicosal.org/2022/09/boletin-no9/>

QuadMinds. (03 de Febrero de 2022). *Logística inversa: ¿qué es y cómo optimizarla?*

Recuperado el 22 de Noviembre de 2024.

<https://www.quadminds.com/blog/logistica-inversa/>

Reciclamás. (25 de Junio de 2020). *Descubre Las 7Rs De La Economía Circular.*

<https://reciclamas.eu/blog/descubre-las-7rs-de-la-economia-circular/>

- Recicleye. (s.f) *¿Qué es la gestión de residuos con IA?* Recuperado el 21 de Noviembre de 2024. <https://recycleye.com/es/la-ia-y-el-reconocimiento-de-residuos/#:~:text=La%20IA%20y%20la%20econom%C3%ADa,y%20su%20impacto%20medioambiental%20negativo>
- Redacción EC. (28 de Septiembre de 2020). *Así son las laptops hechas con plástico rescatado del océano*. El Comercio. Recuperado el 21 de Noviembre de 2024. <https://elcomercio.pe/tecnologia/tecnologia/hp-pavilion-asi-son-las-laptops-hechas-con-plastico-rescatado-del-oceano-computadoras-reciclaje-noticia/?ref=ecr>
- Rentero, A. (20 de Febrero de 2018). *La logística inversa: ¿qué es y para qué sirve?* Hiberus. Recuperado el 21 de Noviembre de 2024. <https://www.hiberus.com/crecemos-contigo/la-logistica-inversa-que-es-y-para-que-sirve/>
- Repsol. (s.f). *Una pieza clave de la economía circular. Beneficios de la logística inversa*. <https://www.repsol.com/es/energia-futuro/futuro-planeta/logistica-inversa/index.cshtml>
- Riveros, A. (04 de Noviembre de 2023). *¿Para qué sirve el big data? 7 aplicaciones en sostenibilidad que impactan en las empresas*. Escuela de Negocios EALDE. <https://www.ealde.es/para-que-sirve-el-big-data/>
- Rhoton, S. (24 de Junio de 2024). *Dispositivos de Entrada*. Significados. Recuperado el 22 de Noviembre de 2024. <https://www.significados.com/los-dispositivos-de-entrada/>
- Rotari, V. (Julio de 2021). *Blockchain aplicado a empresas de reciclaje y valorización de la economía circular. El valor de la blockchain en la gestión de residuos*. Universidad de Cantabria. <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/23035/ROTARIVITALIE.pdf?sequence=1>
- Rouse, M. (04 de Septiembre de 2024). *Netbook*. Techopedia. <https://www.techopedia.com/es/definicion/netbook>
- SAP. (s.f.). *¿Qué es un sistema de gestión de almacenes (WMS)?*. [https://www.sap.com/latinamerica/products/scm/extended-warehouse-management/what-is-a-wms.html#:~:text=Un%20WMS%2C%20o%20sistema%20de,el%20momento%20en%](https://www.sap.com/latinamerica/products/scm/extended-warehouse-management/what-is-a-wms.html#:~:text=Un%20WMS%2C%20o%20sistema%20de,el%20momento%20en%20)

20que%20salen.

Shopify. (26 de Mayo de 2022). *¿Qué es la logística inversa y cómo puede ayudar a tu ecommerce?* Recuperado el 22 de Noviembre de 2024.
<https://www.shopify.com/es/blog/14181125-logistica-inversa-punto-clave-para-el-comercio-electronico>

SSI Schafer. (s.f.). *¿Qué es una devolución? ¿Qué es la gestión de devoluciones?*
<https://www.ssi-schaefer.com/es-br/soluciones-de-intralog%C3%ADstica/que-es-intralogistica/devoluciones#:~:text=Mediante%20la%20aplicaci%C3%B3n%20de%20un,su%20venta%20una%20vez%20inspeccionados>.

SWI Swissinfo.ch. (13 de Noviembre de 2007). *Suiza exporta su modelo de reciclaje electrónico*. <https://www.swissinfo.ch/spa/sociedad/suiza-exporta-su-modelo-de-reciclaje-electr%C3%B3nico/6249312>

Samsung Newsroom Colombia. (16 de Mayo de 2024). *Samsung espera recolectar más de 14 mil toneladas de residuos electrónicos en América Latina en 2024*.
<https://news.samsung.com/co/samsung-espera-recolectar-mas-de-14-mil-toneladas-de-residuos-electronicos-en-america-latina-en-2024>

SAP Concur. (01 de Septiembre de 2022). *¿Qué es la basura electrónica y por qué reciclarla?* Recuperado el 21 de Noviembre de 2024. <https://www.concur.com.ar/blog/article/basura-electronica>

Taylor, B. (18 de Diciembre de 2023). *Immark AG invierte en una clasificación óptima*. Recycling Today. <https://www.recyclingtoday.com/news/immark-switzerland-electronic-scrap-sorting-recycling-stadler/>

Tojeiro-Rivero, D. (08 de Julio de 2022). *La obsolescencia tecnológica: un breve resumen*. Do Better. By Esade. <https://dobetter.esade.edu/es/la-obsolescencia-tecnologica-un-breve-resumen>

Universidad Pontificia Bolivariana. (17 de Septiembre de 2021). *¿Qué hacer con los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, RAEE?* Recuperado el 21 de Noviembre de 2024.
<https://www.upb.edu.co/es/central-blogs/sostenibilidad/reciclar-residuos-electronicos-y-electricos-raee>

Vassallo, M. (s.f). *Economía circular: ¿Qué es y qué aporta?* Greentecher. Recuperado el 21 de Noviembre de 2024. <https://www.greentecher.com/blog-economia-circular-que-es-y-que-aporta/>

Zambelli, R. (21 de Septiembre de 2023). *Logística inversa y su impacto en el medio ambiente y la economía*. Checklistfácil. Recuperado el 22 de Noviembre de 2024. <https://blog-es.checklistfacil.com/logistica-inversa/>