

**TECNOLOGÍAS 4.0 Y SU IMPACTO PARA EL BUEN MANEJO DE
PRODUCTOS TECNOLÓGICOS LUEGO DE FINALIZAR SU VIDA ÚTIL**

MARÍA SALOME CALDERÓN HERNÁNDEZ

JUAN SEBASTIÁN CORREA TRUJILLO

JENNIFER RAMÍREZ SERNA

JUAN JOSÉ ZAPATA MONTOYA

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE ECONOMÍA, ADMINISTRACIÓN Y NEGOCIOS
FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS
INVESTIGACIÓN II
MEDELLÍN
2023

**TECNOLOGÍAS 4.0 Y SU IMPACTO PARA EL BUEN MANEJO DE
PRODUCTOS TECNOLÓGICOS LUEGO DE FINALIZAR SU VIDA ÚTIL**

MARÍA SALOME CALDERÓN HERNÁNDEZ

JUAN SEBASTIÁN CORREA TRUJILLO

JENNIFER RAMÍREZ SERNA

JUAN JOSÉ ZAPATA MONTOYA

Trabajo de grado para optar al título de administrador de empresas

Asesor

PhD. ANA MARÍA VÉLEZ EVANS

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE ECONOMÍA, ADMINISTRACIÓN Y NEGOCIOS

FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS

INVESTIGACIÓN II

MEDELLÍN

2023

CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS.....	4
RESUMEN.....	6
1. INTRODUCCIÓN.....	7
2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	8
2.1 ANÁLISIS DEL PROBLEMA - ÁRBOL DE PROBLEMAS.....	8
2.2 SITUACIÓN ACTUAL DEL OBJETO DE ESTUDIO.....	10
2.3 MOMENTO Y HECHOS QUE ORIGINARON EL OBJETO DE ESTUDIO.....	12
2.4 IMPLICACIONES.....	19
3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	22
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	22
4.1 OBJETIVO GENERAL.....	22
4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	23
4.3 JUSTIFICACIÓN.....	23
4.3.1 Contribución de la investigación.....	23
4.3.2 Conveniencia de la investigación.....	25
5. MARCO REFERENCIAL.....	26
5.1 ESTADO DEL ARTE.....	26
5.1.1 Rastreo bibliográfico.....	26
5.2 ANALISIS.....	28
5.2.1 Análisis de la literatura - Exponentes principales.....	28
5.2.2 Análisis de la literatura - Exponentes nacionales.....	31
5.2.3 Análisis de la literatura - Exponentes internacionales.....	34

5.3 MARCO TEÓRICO.....	36
5.3.1 Cadena Productiva.....	36
5.3.2 Manejo de desechos de productos tecnológicos.....	37
5.3.3 Los impactos ambientales, sanitarios y de seguridad derivados de los desechos tecnológicos.....	38
6. METODOLOGIA.....	40
6.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN.....	40
6.2 ALCANCE.....	40
6.3 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	40
6.4 FUENTES Y TECNICAS DE MANEJO DE LA INFORMACIÓN.....	41
6.5 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	41
6.6 INSTRUMENTOS.....	41
7. ANALISIS DE RESULTADOS.....	45
7.1 TECNOLOGÍAS DE LAS CADENAS PRODUCTIVAS DE LAS EMPRESAS TECNOLÓGICAS.....	45
7.2 IMPACTO AMBIENTAL Y SANITARIO DEL MANEJO QUE LE DAN LOS CONSUMIDORES A LOS PRODUCTOS TECNOLÓGICOS QUE FINALIZARON SU VIDA ÚTIL.....	57
7.3 RETOS QUE TIENEN LAS EMPRESAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS 4.0 EN LA CADENA PRODUCTIVA EN LA GENERACIÓN DE PRODUCTOS/SERVICIOS MÁS SOSTENIBLES.....	63
8. DISCUSIÓN.....	67
8.1 ASPECTOS RELEVANTES.....	67
8.2 REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	69
8.3 RECOMENDACIONES.....	71
8.4 CONCLUSIONES.....	72
REFERENCIAS.....	74

LISTA DE FIGURAS Y TABLAS

Figura 1. Causas y efectos del manejo de productos tecnológicos luego de finalizar su vida útil.

Figura 2. Millones de toneladas de residuos electrónicos por categorías en el año 2019.

Figura 3. Gráfico de barras de residuos electrónicos generados por continentes.

Figura 4. Mapa mental de las tecnologías 4.0 que podrían implementar las empresas tecnológicas.

Figura 5. Impacto medio ambiental y social de algunos elementos presentes en los RAEE.

Figura 6. Diagnóstico de la cultura de comportamiento del consumidor respecto a los RAEE.

Figura 7. Diagrama de causa y efecto frente a la falta de conocimiento que tienen los consumidores con respecto al manejo de los residuos tecnológicos.

Figura 8. Mapa mental, retos en la implementación de las tecnologías 4.0.

Área temática: Contaminación ambiental

Tema: Manejo de residuos tecnológicos

Título: Tecnologías 4.0 y su impacto para el buen manejo de productos tecnológicos luego de finalizar su vida útil

Problema: Las empresas de tecnología no se hacen responsables de la contaminación ambiental que generan los componentes químicos de sus productos, luego de que los consumidores los desechan al finalizar su vida útil, generando grandes consecuencias para el medio ambiente como daños a los suelos, calentamiento global, contaminación de las fuentes de agua y las cadenas de suministro de alimentos.

RESUMEN

La presente investigación analiza aquellos comportamientos que tienen las empresas de tecnología y los consumidores ante el inadecuado manejo de los productos tecnológicos luego de finalizar su vida útil, haciendo que estas afecten no solo el medio ambiente, sino también generando múltiples enfermedades en las personas. En la investigación no solo se busca analizar el comportamiento de las mismas, también se estudia y observa las posibles soluciones o intervenciones que se pueden realizar para mitigar esta problemática. El objetivo principal con este estudio es determinar cómo la implementación de tecnologías 4.0 en la cadena productiva de las empresas tecnológicas pueden contribuir a que los productos generados por estas, sean sostenibles luego de finalizar su vida útil.

La investigación no busca medir variables, sino describir e interpretar detalladamente la problemática ambiental y social con respecto al manejo de los RAEE y la implementación de tecnologías 4.0 para el tratamiento de esto; a través de la recolección y análisis de los datos. Durante el proceso se buscó observar y reflexionar sistemáticamente sobre el manejo de los RAEE y la implementación de tecnologías 4.0 en el tratamiento de los RAEE a través de diferentes tipos de documentos y fuentes orales o escritas, que le dieron riqueza a la investigación por los múltiples puntos de vista a estudiar y analizar.

Se destaca como hallazgo que es necesario que las empresas de tecnología y los consumidores adopten medidas que promuevan la sostenibilidad en la gestión de residuos tecnológicos, evitando mayor magnitud de estos efectos negativos. En conclusión, mediante esta investigación se busca comprender las causas subyacentes de este problema y proponer soluciones sostenibles para una gestión efectiva de los residuos tecnológicos; este estudio es esencial para abordar un desafío crítico que enfrenta nuestra sociedad. Los resultados de esta investigación contribuirán a una mejor comprensión del impacto de los desechos tecnológicos a raíz de las tecnologías 4.0, los resultados también podrán ayudar a identificar medidas para reducir la generación de desechos tecnológicos y mejorar su gestión.

1. PALABRAS CLAVES

Tecnología, Medio Ambiente, Contaminantes, Sanidad, Producción

1. INTRODUCCIÓN

La revolución industrial 4.0 permite imaginar un futuro donde el dominio de las nuevas tecnologías traerá consigo un inminente progreso en la eficiencia, eficacia y calidad en las industrias dedicadas a la producción de aparatos eléctricos y tecnológicos; sin embargo, es necesario comprender la otra cara de la moneda, el aumento de la producción tecnológica consecuentemente generará un aumento simultáneo en el consumo energético y en la generación de residuos electrónicos. Por ende, el siguiente trabajo investigativo pretende describir la cadena productiva de los dispositivos tecnológicos impulsada por la industria 4.0, encontrar el impacto sanitario y social que genera el exceso de residuos electrónicos y proponer alternativas que alivien las prácticas destinadas al manejo de los residuos de los productos y servicios tecnológicos.

La relevancia del tema ha contribuido al desarrollo de diversas investigaciones en los últimos diez años, resaltando el trabajo de Miguel Sebastián (2019) que menciona la tendencia a los cambios en los modelos de producción denominados “transición ecológica”; Tucho, Vicente y García (2017), que plantean tres categorías fundamentales para comprender el fenómeno del manejo de residuos tecnológicos, la producción, el consumo de innovación tecnológica y la gestión de residuos; Gutiérrez, Vera, Cano y Farfán (2022), que profundizan los riesgos a la salud que padecen las poblaciones expuestas a escenarios de vertederos de desechos tecnológicos; o Diego Cajamarca que recalca el aumento significativo en la fabricación de productos electrónicos, que conllevan a que sus enormes residuos se denominen como “La basura del siglo XXI”.

De esta manera, el presente trabajo investigativo pretende determinar cómo la implementación de tecnologías 4.0 en la cadena productiva de las empresas tecnológicas pueden contribuir a que los productos generados sean sostenibles luego de finalizar su vida útil. Asimismo, la metodología usada en el proceso investigativo se basó en la recolección de fuentes secundarias, donde por medio de documentos extraídos de bibliotecas virtuales como la de la Universidad Pontificia Bolivariana, se logró llevar a cabo el cumplimiento de

los objetivos propuestos de la investigación documental.

Este trabajo se estructura en tres apartados fundamentales, el primero abordará las tecnologías utilizadas en las cadenas productivas de las empresas tecnológicas, con el objetivo de caracterizar estas tecnologías y entender cómo se disponen los productos al finalizar su vida útil, además de considerar cómo las tecnologías 4.0 pueden contribuir a la sostenibilidad en la producción, el segundo, nombrado impacto ambiental y sanitario del manejo que le dan los consumidores a los productos tecnológicos que finalizaron su vida útil, se centrará en el impacto ambiental y sanitario del manejo de residuos tecnológicos por parte de los consumidores al finalizar su vida útil, y el tercero, retos que tienen las empresas para la implementación de las tecnologías 4.0 en la cadena productiva en la generación de productos/servicios más sostenibles, se enfocará en los desafíos que enfrentan las empresas al implementar tecnologías 4.0 para generar productos y servicios más sostenibles en la cadena productiva.

En definitiva, es una investigación que definirá los retos que enfrentarán las empresas al implementar tecnologías 4.0 en sus cadenas productivas para la generación de productos y servicios más sostenibles. Al comprender estos, estará contribuyendo a una visión más equilibrada de la industria 4.0, donde la eficiencia, la tecnología y la sostenibilidad pueden coexistir.

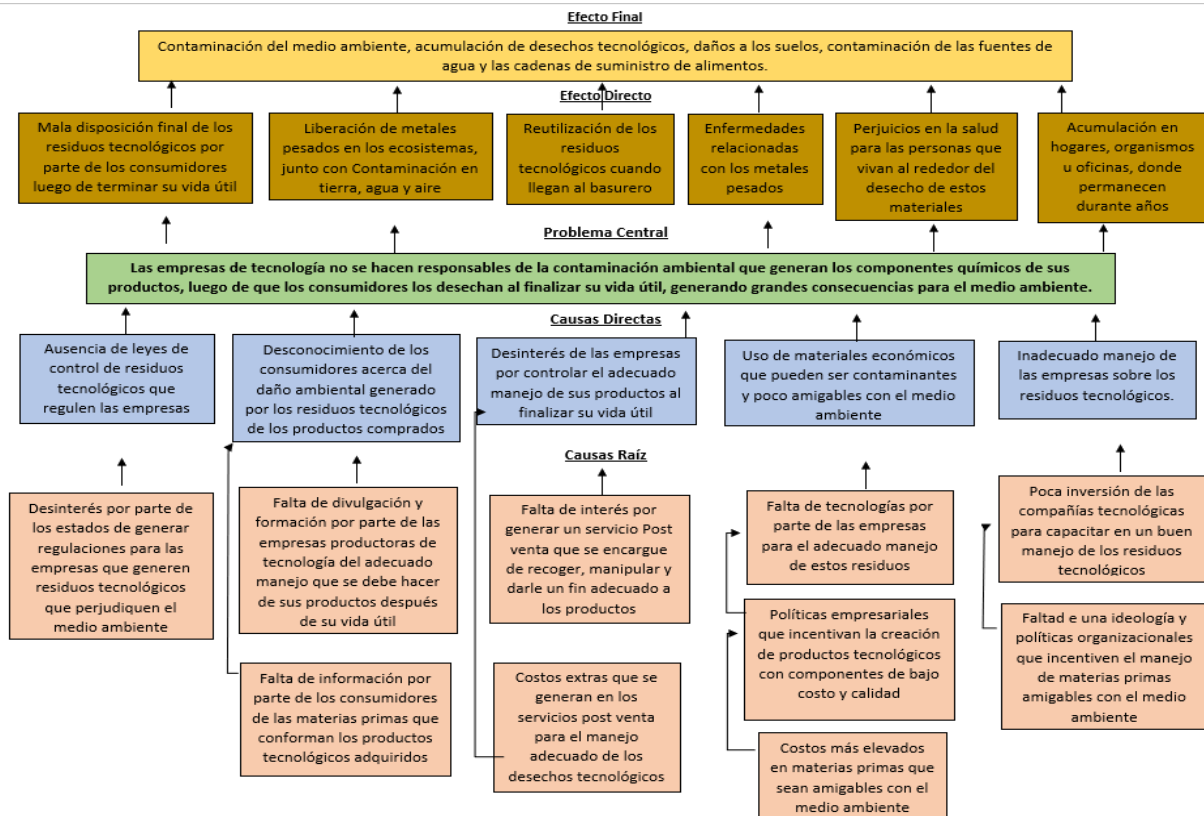
2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

2.1 Análisis del problema - Árbol de problemas

Con el objetivo de delinear la problemática de la investigación y asimismo ofrecer una visión más detallada, se utiliza la herramienta de Árbol de problema. Esta técnica permite llevar a cabo un análisis más profundo de las causas y efectos que nacen del problema, causa - efecto, por medio de estas se han identificado y analizado diferentes variables que influyen en el problema a investigar;

los cuales serán expuestos y analizados posteriormente en los numerales 4.2, 4.3 y 4.4, que se presentan a continuación.

Figura 1. Causas y efectos del manejo de productos tecnológicos luego de finalizar su vida útil.



Fuente. Elaboración propia.

2.2. Situación actual del objeto de estudio

En la actualidad, es evidente que existe desconocimiento o desinterés por parte de los consumidores al momento de desechar adecuadamente sus residuos tecnológicos; asimismo, las compañías encargadas de la elaboración evaden la responsabilidad frente al control del desecho de sus residuos o en prácticas de producción más amigables con el medio ambiente. Por ejemplo, el uso de los materiales necesarios para producir un teléfono móvil, el tantalio, el wolframio, el estaño, el oro y el cobalto, llamados “Minerales de sangre o minerales en conflicto”, que son recursos imprescindibles para el funcionamiento de los dispositivos cuyas condiciones de extracción traen consigo muertes y enfermedades, ínfimas condiciones de seguridad, trabajo infantil, explotación por parte de grupos armados, situaciones que han sido denunciadas por diversas organizaciones por las malas prácticas que se desarrollan (Ma, 2009). Lo anterior, nos permite identificar problemáticas de extracción inclusive más allá del carácter ambiental, en donde también destaca la problemática social presente en los sitios de extracción.

Además de las toneladas de desperdicios que generan los materiales anteriormente mencionados, y sabiendo que en un año se crean miles de millones de aparatos electrónicos, cabe añadir el uso desmedido de químicos y de agua en los procesos productivos, lo cual evidentemente alteran los ecosistemas. Es pertinente sumarles a estos materiales las toneladas de agua, químicos y combustible utilizados en los procesos de producción de los dispositivos tecnológicos y para la elaboración de cada uno de sus componentes. Según Kuehr & Williams, “Para producir un solo ordenador de mesa, por ejemplo, se necesitarían 240 kilos de combustibles, 22 kilos de productos químicos y 1.500 litros de agua” (Tucho et al., 2017, pág. 49).

Adicionalmente, dichos compuestos químicos generan problemas de salud pública, en donde las enfermedades respiratorias y el cáncer son padecimientos cada vez más presentes en las poblaciones donde se extrae y se desecha la materia prima utilizada en la elaboración de instrumentos tecnológicos. Como se puede observar en la tabla 1. Daños a la salud por mala

disposición de residuales en la cual se relaciona la investigación de (Escalona, 2014), donde se presentan los principales daños a la salud provocados por la mala disposición de los residuales en la capital de Timor Oriental, Dili:

Tabla 1. Daños a la salud por mala disposición de residuales

Tabla. Daños a la salud por la mala disposición de residuales

Enfermedades asociadas	No. de casos	%
Ira	20 226	8,6
Parasitismo intestinal	5 150	2,2
Diarrea	2 677	1,1
Dengue	709	0,3
Malaria	333	0,1

Fuente. (Escalona, 2014).

Además, la misma investigación de (Escalona, 2014), advierte que los daños al medio ambiente provocados por la mala disposición de residuales serían: la contaminación de aguas, contaminación del aire, contaminación atmosférica, contaminación de suelos y los problemas paisajísticos.

Asimismo, la gestión de los residuos tecnológicos es una problemática igual de grave que lo mencionado anteriormente. La Universidad de las Naciones Unidas estimó que sólo en el 2014 se generaron a nivel global 41,8 millones de toneladas de basura electrónica o “e-waste”, con un valor potencial de 52.000 millones de dólares en recursos reutilizables (Baldé et al., 2015); además, solo un 15,5% de estos residuos se pudieron tratar adecuadamente. Es decir, por un lado, las empresas tecnológicas generan una cantidad absurda de desechos tecnológicos y son incapaces o están desinteresados en su reutilización; por otra parte, se está desperdiciando una cantidad interesante de dinero, el cual puede ser explotado con la ayuda de las tecnologías emergentes de la industria 4.0, que permitan aprovechar la basura electrónica como una importante fuente de recursos.

Con base a lo anterior, es de suma importancia mencionar y comprender cómo mejorar los procesos productivos, utilizando los potenciales de la industria 4.0, y generando producciones más amigables para el medio ambiente.” La producción más limpia busca la eliminación o reducción de las materias primas tóxicas, la reducción de emisiones, vertimientos y desechos y el uso eficiente de los recursos” (Fúquene, 2007, pág. 28). Dicha definición es clave para abordar los objetivos a los que las organizaciones tecnológicas deben aspirar en sus procesos productivos, sin dejar lado la gestión de los residuos.

En conclusión, la problemática frente a la gestión del manejo de los residuos tecnológicos va mucho más allá que simples falencias en la concientización ambiental; la producción de estos equipos electrónicos afecta a las personas que habitan los puntos de recolección de materia prima, en donde se altera fuertemente el medio ambiente, se disparan las enfermedades provenientes de químicos y contaminación de aguas, y los problemas sociales como las bandas criminales acechan el día a día de estas comunidades. Asimismo, las personas que habitan en puntos donde se desechan los recursos tecnológicos, también se ven fuertemente afectados en su salud y calidad de vida, lo que genera una problemática de doble filo en donde se tiene que mejorar tanto el primer proceso (la extracción de materiales), como el último proceso (gestión de manejo de los residuos) dentro del desarrollo de equipos electrónicos.

2.2 Momento y hechos que originaron el objeto de estudio

Ante la situación problemática en la que se sitúa esta investigación, las empresas de tecnología no se hacen responsables de la contaminación ambiental que generan los componentes químicos de sus productos, luego de que los consumidores los desechan al finalizar su vida útil, generando grandes consecuencias para el medio ambiente; se evidencian una serie de causas que originan el problema central, las cuales se explicarán a continuación.

A. Desinterés por parte de los estados de generar regulaciones para las empresas que generen residuos tecnológicos que perjudiquen el medio ambiente.

Son escasos los gobiernos que se interesan en llevar a cabo las legislaciones creadas para la gestión de residuos tecnológicos y según la RELAC (Plataforma Regional de Residuos Electrónicos en Latinoamérica y el Caribe) estos residuos cada vez son más crecientes, se puede decir que cada habitante de Latinoamérica genera alrededor de entre 2.4 kilogramos y 4.2 kilogramos de residuos tecnológicos por año (RELAC,2010). Ante estas cifras es alarmante que los gobiernos no tengan la infraestructura jurídica y el conocimiento necesario para reciclar y regular este tipo de residuos, además de que no exista un alto interés en la ejecución correcta de la normatividad ya existentes con respecto al medio ambiente, como lo dice (Vega, 2012) en su artículo “Efectos colaterales de la obsolescencia tecnológica” se crean estrategias para la masificación del acceso a la TIC, se promueve el consumismo, pero se olvidan las políticas de responsabilidad frente a los residuos de los aparatos eléctricos y electrónicos.

En Latinoamérica no existen normas especiales dirigidas específicamente a los residuos tecnológicos. Actualmente, la mayoría de los países de la región están es aplicado las leyes y reglamentos que rigen para los residuos sólidos y los peligrosos, que resultan totalmente inadecuados en el caso de los residuos tecnológicos (Silva U. , 2009).

B. Falta de divulgación y formación por parte de las empresas productoras de tecnología del adecuado manejo que se debe hacer de sus productos después de su vida útil.

Este es un hecho que se hace evidente ante las cifras de STEP initiative, que aseguran que los residuos tecnológicos aumentarán un 33%, es decir, una cantidad estimada de 65.4 millones de toneladas en el mundo (Lundregan. Op cit, p. 23.), lo que conlleva a que posiblemente las empresas productoras no han tomado la responsabilidad de formarse o divulgar una estrategia para gestionar estos desechos. Es necesario como dice Silveira

(2002) empresas que sean capaces de satisfacer y generar valor agregado, sin que ese valor agregado signifique degradación del ambiente, por otra parte, se requieren estrategias que promuevan una cultura ecológica, en la que los consumidores no simplemente desechen sus productos una vez terminada su vida útil, si no que tengan conocimiento de que uso o manejo le pueden dar a estos residuos.

C. Falta de información por parte de los consumidores de las materias primas que conforman los productos tecnológicos adquiridos.

El desconocimiento en los consumidores acerca de la composición y el daño que hacen los productos tecnológicos después de su vida útil, es una de las principales causas raíz del daño ambiental que estos generan. Como lo dice la Constitución Política de 1991 (artículo 79,80,95, entre otros) la educación ambiental por parte de los fabricantes y el gobierno son fundamentales para realizar un cambio frente a las actitudes y comportamientos que se asumen en cuanto al cuidado de los recursos naturales, la manera de relacionarse la sociedad-naturaleza; y a la vez el planteamiento de mecanismos globales y locales para orientar los procesos educativos y lograr impactos favorables y un ambiente sano.

Según la investigación realizada por Nancy Espinosa en el departamento de Boyacá acerca del manejo de residuos tecnológicos por parte de dos instituciones educativas, evidencio que la falta de conocimiento acerca de lo que se debe hacer con los residuos tecnológicos al final de su vida útil, es lo que provoca que éstos sean puestos en la basura o almacenados en el hogar, sin percibir los efectos que ocasionan en el medio ambiente. Ante esta problemática Espinosa (2017) propone una estrategia de educación ambiental en la que se brinde conocimientos para modificar actitudes y hábitos en torno a una adecuada disposición de los residuos tecnológicos, ya que representan un foco de contaminación alto debido a los metales que hacen parte de su composición (Escobar, 2017).

D. Falta de interés por generar un servicio postventa que se encargue de recoger, manipular y darle un fin adecuado a los productos.

En Latinoamérica es muy difícil reciclar o manipular los residuos tecnológicos porque son pocas las industrias especializadas en la manipulación de dichos residuos, y así lo expresa Silva (2009): “uno de los obstáculos principales en la región ha sido la ausencia de industrias de reciclaje adecuadas, especializadas en este tipo de residuos. En estricto rigor, en Latinoamérica no es posible reciclar los aparatos electrónicos” (p.18). Este fragmento reafirma que en los diferentes países no existe gran interés, no es una prioridad el tratamiento de los residuos tecnológicos, ya que si lo fuera ya se hubiera buscado una estrategia o alternativa para para construir buenos sistemas de gestión de los residuos; es una problemática en la que hay escaso conocimiento.

E. Costos extras que se generan en los servicios postventa para el manejo adecuado de los desechos tecnológicos.

Los residuos tecnológicos son un reto para todos los fabricantes de tecnología, pues son dispositivos que contienen diversos elementos tóxicos y requiere de un tratamiento particular para prevenir impactos negativos, y dichos tratamientos traen limitaciones y obstáculos. Por ejemplo, si las empresas deciden hacer procesos de reacondicionamiento (extender la vida útil de los productos), deben tener sistemas de gestión y administración con un nivel de exigencia y profesionalismo alto, ya que son procesos que implica la instalación de pequeñas industrias que recogen, trasladan, limpian, actualizan, distribuyen, mantienen y generan residuos, además de capacitar en su manejo. Son altos los costos de mantenimiento en estos proyectos, que despiertan alarmas respecto a la rentabilidad esperada (Silva U. , 2009).

F. Falta de tecnologías por parte de las empresas para el adecuado manejo de estos residuos

La mayor parte de las empresas de todo el mundo carecen de las herramientas y tecnologías necesarias para manejar estos residuos de manera segura y efectiva, lo que a su vez genera graves consecuencias ambientales. Estos materiales a menudo contienen sustancias tóxicas y peligrosas, como mercurio y plomo, que pueden filtrarse en el suelo y el agua si no se manejan adecuadamente.

Como se menciona en el documento *“Impacto del E-Waste en el contexto ecuatoriano”* Existe una práctica llamada tratamiento mecánico, esta se basa en el desarmado y la clasificación de materiales, debido a que los componentes que forman parte de los RAEE (Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos) no pueden ser procesados de la misma manera. Asimismo, se habla de una técnica novel que propone el uso de tecnologías con Blockchain para registrar el seguimiento seguro de todos los centros de tratamiento con comunicación 5G, para que las empresas públicas y privadas, en un futuro, puedan beneficiarse de una adecuada gestión del reciclaje electrónico (Cruz J. A., 2022). Con relación a lo anterior es importante resaltar que uno de los obstáculos de la falta de tecnologías por parte de las empresas para el adecuado manejo de estos residuos es la falta de inversión en tecnología y capacitación.

G. Políticas empresariales que incentivan la creación de productos tecnológicos con componentes de bajo costo y calidad

Estas políticas suelen estar basadas en la búsqueda de eficiencia y competitividad en el mercado. En este caso es posible aplicar el concepto de Innovación ecológica donde se busca que las empresariales puedan desarrollar nuevas ideas, comportamientos, productos o procesos que contribuyen a la sostenibilidad ecológica y a la reducción de los impactos medioambientales (Rennings, 2000); Asimismo, se habla de la Innovación Frugal que se basa en la Introducción de nuevos productos, servicios, procesos o métodos organizativos que buscan minimizar el uso de recursos materiales y financieros con el

objetivo de reducir su coste sin dejar de cumplir los estándares de calidad aceptables (Tiwari y Herstatt, 2012b). Y en la unión de ambos se tendría el concepto de innovación frugal ecológica innovación dirigida a desarrollar nuevos productos, servicios y procesos que, simplificando sus prestaciones al máximo, logran reducir su coste y ser altamente competitivos en precio y calidad, y están desarrollados bajo criterios de sostenibilidad medioambiental (Sebastián, 2019).

En conclusión, estas políticas empresariales se deben centran en la innovación, la eficiencia y la colaboración para reducir los costos de producción y mejorar la competitividad en el mercado, para así llegar a una innovación frugal ecológica.

H. Costos más elevados en materias primas que sean amigables con el medio ambiente

Algunos materiales utilizados en la fabricación de aparatos eléctricos más amigables con el medio ambiente son más costosos que los materiales convencionales. Sumado a esto tenemos que los procesos de producción utilizados para fabricar aparatos eléctricos más amigables con el medio ambiente son más complejos y requieren tecnologías más avanzadas, lo que puede aumentar los costos de producción.

Actualmente se habla de una “transición ecológica” donde nos referimos a un cambio en el modelo de producción y en el patrón de consumo hacia uno que sea “sostenible”, también se hace referencia a una utilización racional de los recursos (eficiencia) y con mayor relevancia para esta investigación, se tiene una reutilización de los bienes minimizando los residuos (economía circular). Existe una gran controversia sobre las medidas que deben implementarse y cuál es el coste económico de las mismas (Sebastian, 2019).

I. Poca inversión de las compañías tecnológicas para capacitar en un buen manejo de los residuos tecnológicos

El adecuado manejo de los residuos tecnológicos es un tema importante en la actualidad, debido a la creciente cantidad de dispositivos electrónicos que se desechan tiene un

impacto significativo en el medio ambiente. Detrás de esta problemática de la poca inversión de las compañías para el buen manejo de los residuos tecnológicos, se tiene la falta de regulaciones adecuadas y la falta de presión por parte de los consumidores para que se implementen prácticas sostenibles.

Una iniciativa ejemplar de este tipo de experiencias ha sido el exitoso modelo canadiense ‘Computers for Schools’, el cual se basa en la recuperación de equipos donados que tienen todavía una considerable expectativa de vida útil, para su entrega sin costo a escuelas públicas y, en algunos casos, organizaciones sin fines de lucro. En este recorrido se pueden diferenciar claramente cuatro etapas: consumo, recolección, recuperación y disposición. En cada una de ellas es posible definir las alternativas de intervención y modificación por parte de los actores involucrados en cada una de ellas, hacia acciones que aseguren la minimización de los residuos y el adecuado tratamiento al final de la vida útil. (Cyranek, s.f.)

Como se menciona en el documento *“Los residuos electrónicos: un desafío para la sociedad del conocimiento en América Latina y el Caribe”* una de las actividades o iniciativas que puede mitigar esta problemática es fomentar lazos de participación entre instituciones públicas, académicas y de investigación, no gubernamentales y privadas para el desarrollo y la promoción de programas de capacitación en prevención y manejo de residuos electrónicos.

J. Faltad de una ideología y políticas organizacionales que incentiven el manejo de materias primas amigables con el medio ambiente

La falta de incentivos y políticas efectivas han llevado a que las empresas de tecnología no den prioridad a la sostenibilidad en su producción y gestión de la cadena de suministro. Respecto a las estrategias de la sostenibilidad como una estrategia empresarial Kasim, Stöhr y Herzig (2020) mencionan que han subrayado la necesidad de que las empresas integren la sostenibilidad en sus estrategias de cadena de suministro para gestionar el

riesgo, crear oportunidades y abordar los desafíos globales (Aygün, 2020-2021), es necesario implementar políticas más fuertes y efectivas para fomentar el uso de materiales sostenibles y reducir la huella ambiental de los productos electrónicos.

2.4 Implicaciones

A) **Mala disposición final de los residuos tecnológicos por parte de los consumidores**

luego de terminar su vida útil: A raíz de este problema, los consumidores no han tomado una conciencia adecuada de la importancia de la correcta disposición de los residuos tecnológicos después de cumplir su servicio o satisfacción para el cliente. “Para generar cultura de buen uso y disposición de los desechos en que se convierten los artefactos eléctricos y electrónicos cuando cumplen su ciclo de vida se requiere educación, tanto en el hogar como en las organizaciones, y así aspirar a que en la sociedad goce de un desarrollo sostenible” (Pérez, 2019, p.12). Muchos de estos dispositivos pueden ser reciclados y sus materiales reutilizados. Además, es importante saber que esto va más allá de un uso cotidiana de productos tecnológicos, pues todo esto va ligado a que gracias a la implementación de las nuevas tecnologías y cambios arriesgados con la industria 4.0 tanto las empresas como los consumidores no cuentan con una adecuada información sobre la misma por lo que muchos consumidores no saben qué hacer con estos productos después de su uso,

B) **Liberación de metales pesados en los ecosistemas, junto con contaminación en**

tierra, agua y aire: Cuando estos dispositivos electrónicos después de su vida útil son desechados incorrectamente, ya sea en vertederos o incineradores, estos productos químicos peligrosos pueden filtrarse en el suelo, contaminar los cuerpos de agua y el aire, “Lógicamente, el problema de la basura electrónica se presenta no por los dispositivos en sí mismos, sino por los diferentes componentes que los constituyen (p. ej., plomo, arsénico, mercurio, etc.), los cuales, al no ser reciclados de forma correcta, se esparcen

en el medio ambiente y producen distintos tipos de afectaciones” (Cruz J. A., 2018, p8). Esto puede causar daños a los ecosistemas naturales, afectando así la calidad del aire y del agua y poner en riesgo la salud humana y la de los animales. Este problema llamado también como e-waste donde se desecha los productos tecnológicos ya no son funcionales para la sociedad.

C) Reutilización de los residuos tecnológicos cuando llegan al basurero: ¿Realmente se reutiliza los residuos tecnológicos luego de desecharlos?; Estos componentes tecnológicos cuando son desechados pueden tener muchos fines. ¿Pero realmente cuál es ese impacto que genera al llegar al basurero? y ¿qué nace de esto? Pues a menudo cuando llegan estos componentes a los diferentes sitios de basuras se pueden abrir muchas posibilidades, pero una de las más relevantes es el mercado no formal el cual utilizan estos componentes sin saber si es seguro usarlos y que genera los componentes químicos que afectan el ecosistema y al ser humano al explotarlos, “el problema de recolección de e-waste estacionaria se lleva a cabo en puntos de recolección específicos. Dichos puntos, están ubicados en lugares populares o en donde se hace mínima la distancia es entre cada residencia y el punto limpio de recolección.” (Pérez, 2021, p.17). Dicho lo anterior los fabricantes como creadores de estos elementos tecnológicos no están dimensionando todos los problemas y causas que generan estos e-waste, pues gracias a su obsolescencia programada generan problemas en el entorno.

D) Enfermedades relacionadas con los metales pesados: los residuos tecnológicos pueden tener efectos perjudiciales en la salud humana y el medio ambiente si no se manejan adecuadamente. Es importante que se tomen medidas adecuadas para reducir la cantidad de residuos electrónicos que se producen y para manejar y reciclar adecuadamente los residuos existentes para minimizar los riesgos para la salud. “Los residuos electrónicos contienen numerosos contaminantes metálicos peligrosos, por ejemplo, plomo, cadmio, berilio y retardantes del fuego bromados de numerosos metales sustanciales venenosos. En ese sentido, las evaluaciones de riesgo han predicho que el plomo (Pb) y el cobre (Cu)

originados/extraídos de las placas de circuitos durante el proceso de reciclaje tienen el potencial de plantear graves riesgos para la salud” (García J. L., 2022, p. 9). Los residuos tecnológicos están impactando cada vez más y la salud de los seres vivos no es la excepción, pues al contener estos elementos químicos tan delicados no se está dando una atención relevante hacia estos; muchas personas al tener contacto con estos elementos están llegando a sufrir problemas cardiovasculares e incluso perder la vida por estos químicos como lo es el plomo, el mercurio, el cadmio, el cromo y muchos más.

E) Perjuicios en la salud para las personas que vivan al rededor del desecho de estos

materiales: La exposición de las personas a desechos contaminantes puede tener efectos a largo plazo en la salud, incluyendo enfermedades respiratorias, problemas neurológicos, cáncer y otros trastornos del sistema nervioso, “los residuos electrónicos son omnipresentes, es decir, están presente en todos los lugares al mismo tiempo y se caracterizan por sus composiciones químicas inusuales. La contaminación asociada a los residuos electrónicos ya ha provocado la degradación del medio ambiente en los países en desarrollo y ha afectado negativamente a la salud de las personas que viven en las instalaciones de residuos electrónicos y en sus alrededores” (García L. G., 2022). La exposición prolongada a los materiales tóxicos de los residuos electrónicos puede causar una serie de problemas de salud, incluyendo daño en el sistema nervioso, enfermedades respiratorias, problemas reproductivos y cáncer. Además, los niños y las mujeres embarazadas pueden ser especialmente vulnerables a los efectos perjudiciales de la exposición a los materiales tóxicos de los residuos electrónicos.

F) Acumulación en hogares, organismos u oficinas, donde permanecen durante años:

Con la creciente demanda de dispositivos electrónicos cada vez más avanzados y la rápida obsolescencia de los dispositivos existentes, la cantidad de residuos electrónicos que se producen cada año ha aumentado exponencialmente. “La renovación constante de los dispositivos tecnológicos desemboca en una acumulación de residuos contaminantes que sobrepasa la actual capacidad de reciclaje. En un estudio realizado en 2014 por la

Universidad de las Naciones Unidas se estimó que sólo en ese año se generaron a nivel mundial 41,8 millones de toneladas de basura electrónica” (Fernandez, 2018, p. 12).

No obstante, las acumulaciones de residuos tecnológicos se producen a partir de la falta de conciencia que se tienen los consumidores al desecharlos, muchas personas al acumular estos aparatos obsoletos en sus hogares, trabajo e incluso en garajes y demás, desconocen los problemas que pueden generar estas acciones y las perjudicaciones de esto. Además, la rápida obsolescencia de los dispositivos electrónicos significa que los consumidores a menudo actualizan sus dispositivos con frecuencia, lo que contribuye a la acumulación de residuos tecnológicos.

3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

¿Cómo la implementación de tecnologías 4?0 en la cadena productiva de las empresas tecnológicas pueden contribuir a que los productos generados por estas, sean sostenibles luego de finalizar su vida útil?

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

4.1 Objetivo general

Determinar cómo la implementación de tecnologías 4.0 en la cadena productiva de las empresas tecnológicas pueden contribuir a que los productos generados por estas, sean sostenibles luego de finalizar su vida útil.

4.2 Objetivos específicos

- Caracterizar las tecnologías que utiliza las cadenas productivas de las empresas tecnológicas y cómo estas actualmente disponen sus productos al finalizar estos su vida útil.
- Analizar cuáles son las prácticas que tienen los consumidores en relación con el manejo que les dan a los residuos tecnológicos cuando finaliza su vida útil.
- Analizar los impactos ambientales y sanitarios de los residuos tecnológicos.
- Determinar cómo el uso de las tecnologías 4.0 puede contribuir en la cadena productiva con la generación de productos/servicios más sostenibles en las empresas de tecnologías.
- Definir los retos que tienen las empresas para la implementación de las tecnologías 4.0 puede contribuir en la cadena productiva con la generación de productos/servicios más sostenibles en las empresas de tecnologías.

4.3 Justificación

4.3.1 Contribución de la investigación

La siguiente investigación es de interés dado que los residuos tecnológicos cada vez son más crecientes y su composición toxica puede afectar la salud de los seres humanos, por lo tanto resulta importante realizar un seguimiento en los sistemas que manejan las empresas tecnológicas para gestionar los residuos tecnológicos, para así comprender las iniciativas que

estas están tomando al respecto o las acciones a implementar para reducir el impacto negativo de dichos desechos tecnológicos en el medio ambiente. De esta forma, conocer las tecnologías 4.0 para la gestión eficiente y eficaz de los residuos tecnológicos ayuda a que las empresas puedan mejorar y alcanzar la implementación de un sistema de gestión de residuos tecnológicos más pertinente y óptima.

La importancia y los aportes de esta investigación puede entenderse desde dos perspectivas, la académica y la práctica. En primera instancia, tenemos los aportes académicos que puede generar sobre los impactos que tiene la falta de seguimiento y gestión de los residuos tecnológicos en las empresas productoras, destacando la importancia de compartir el conocimiento y promover una cultura ecológica, para despertar la necesidad de implementar sistemas de gestión de residuos tecnológicos óptimos en las empresas y reducir los daños ambientales producidos por estas. En resumen, la información servirá para reforzar la idea del adecuado manejo que deben de tener las empresas con los residuos y para establecer claramente los efectos que producen si no lo tienen.

Y en segunda instancia, tenemos los aportes prácticos que como explicamos, una de las causas raíz de esta problemática es la falta de interés por parte de las empresas en generar un servicio postventa que se encargue de recoger, manipular y darle un fin adecuado a los productos tecnológicos, ya sea por desconocimiento de la problemática, falta de formación para el adecuado manejo o por los costos extras en los servicios postventa para el manejo de los desechos. Esto genera gestiones inadecuadas en los residuos tecnológicos y por ende impactos negativos en el ambiente. En este sentido, los hallazgos de la investigación permitirían que las empresas productoras obtengan nuevos conocimientos y se formen para diseñar o seleccionar un sistema de gestión eficiente y eficaz en el manejo de residuos tecnológicos que se ajuste a sus capacidades.

En términos generales, la investigación sería de relevancia para la sociedad ya que impactaría cuatro aspectos fundamentales en esta, que serían la salud, el medio ambiente, la empresa y la cultura. Las empresas al implantar una gestión adecuada de residuos podrían reducir costos reutilizando ciertas partes del producto tecnológico que termino su vida útil o generar nuevas oportunidades de negocio con dichos residuos, y ya ante esas iniciativas los consumidores

(la sociedad) comenzarían a entrar en conciencia y a construir una cultura ecológica que promueva la correcta deposición de los productos tecnológicos después de su vida útil, esto reduciría los impactos negativos al medio ambiente y los elementos tóxicos que los desechos provocan, mejorando así la calidad del aire y por ende la salud de los habitantes.

4.3.2 Conveniencia de la investigación.

A continuación, se presentan los beneficios de la investigación frente a cada uno de los objetivos específicos propuestos:

Tabla 2. Beneficios de la investigación.

Objetivo específico	Aporte significativo
Caracterizar las tecnologías que utiliza las cadenas productivas de las empresas tecnológicas y cómo estas actualmente disponen sus productos al finalizar estos su vida útil.	Encontrar alternativas viables que impulsen la sostenibilidad para las empresas tecnológicas en su cadena productiva
	Hallar defectos que impiden a las empresas contribuir a la sostenibilidad mediante sus cadenas productivas.
Analizar cuáles son las prácticas que tienen los consumidores en relación con el manejo que les dan a los residuos tecnológicos cuando finaliza su vida útil.	Detectar la importancia que los consumidores brindan a una buena gestión de los residuos tecnológicos.
	Medir la ignorancia de los consumidores al momento de manejar los residuos tecnológicos que finalizaron su vida útil.
Analizar los impactos ambientales y sanitarios de los residuos tecnológicos.	Buscar alternativas dentro de los procesos productivos de dispositivos tecnológicos que contribuyan de mejor manera el cuidado del medio ambiente.
	Dar a conocer la magnitud real del impacto ambiental sanitario y ecológico que produce el mal desecho de los residuos

	tecnológicos, buscando concientizar al lector.
Determinar cómo el uso de las tecnologías 4.0 puede contribuir en la cadena productiva con la generación de productos/servicios más sostenibles en las empresas de tecnologías.	Establecer estrategias que contribuyan a la sostenibilidad de la cadena productiva de las empresas tecnológicas.
	Investigar alternativas o sustitutos en las materias primas que brinden mayor sostenibilidad a las compañías electrónicas.
Definir los retos que tienen las empresas para la implementación de las tecnologías 4.0 puede contribuir en la cadena productiva con la generación de productos/servicios más sostenibles en las empresas de tecnologías.	Exponer planes a futuro para las empresas tecnológicas que busquen ser más sostenibles.
	Evidenciar la realidad de los procesos productivos en la fabricación y desecho de aparatos electrónicos.

Fuente. Elaboración propia.

5. MARCO REFERENCIAL

5.1 Estado del arte

5.1.1 Rastreo bibliográfico

Con el fin de identificar la producción académica existente en el tema, se realizó un rastreo bibliográfico tanto en el ámbito académico nacional como en los círculos internacionales en los últimos diez (10) años. Esta revisión de antecedentes constituye un paso necesario para plantear la pregunta de investigación, construir una justificación pertinente, describir el estado del arte alrededor del tema y demostrar la viabilidad de esta propuesta investigativa. Los insumos básicos para recopilar los aportes académicos y llevarlos a un espacio de discusión y análisis crítico fueron:

- Categorías teóricas-conceptuales: Cadena productiva, sostenibilidad, manejo de desechos de productos/servicios tecnológicos.
- Bases de datos: Google Scholar, EBSCO host.
- Revisores bibliográficos: Mendeley.
- Bibliotecas: UPB.
- Autores corporativos: SALUD, I. A. M. A. Y.

Con lo anterior, se obtuvo en la búsqueda libros, investigaciones, artículos científicos publicados en revistas indexadas, trabajos de grado de estudios superiores, documentos y otras producciones académicas de fuentes confiables, rigurosas y de calidad que han desarrollado investigaciones relacionadas con el objeto de estudio. Como producto de esta revisión bibliográfica, se presenta a continuación una tabla donde se despliegan los autores más relevantes encontrados, con la producción académica que puede aportar a este trabajo de investigación, además de algunas ideas principales de cada fuente. En esta tabla se presenta un total de quince (15) autores, desagregados en cinco (5) exponentes importantes, cinco (5) exponentes nacionales y cinco (5) exponentes internacionales.

Tabla 2: Rastreo bibliográfico.

#	Autor(es)	País	Título
Principales exponentes			
1	Salu I. A. M. A. Y. (2022).	Ecuador.	Los desechos tecnológicos y su impacto al medio ambiente y salud de la comunidad
2	Cajamarca (2022).	Ecuador	Desconocimiento de parte de las personas sobre aquellos componentes químicos expulsados por los residuos tecnológicos.
3	Sebastián M. (2019).	España	Transición verde y política industrial
4	Tucho, Vicente, García (2017).	Ecuador.	La cara oculta de la sociedad de la información: el impacto medioambiental de la producción, el consumo y los residuos tecnológicos.
5	Gutiérrez, Vera, Cano, Farfan (2022).	Ecuador.	Riesgos en la salud causados por los contaminantes de los desechos tecnológicos.
Exponentes Nacionales			

1	Guerra, (2015).	Colombia.	Estado de la gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en Colombia atendiendo al marco de convenios, acuerdos y estrategias de gestión en el contexto internacional
2	Perez, (2019).	Colombia.	El comportamiento usual del consumidor frente a los residuos tecnológicos
3	Morales, (2018).	Colombia.	medidas inmediatas para fomentar la educación ambiental y concientizar a las personas sobre los efectos nocivos de los residuos electrónicos en la salud y el medio ambiente.
4	Rendón, (2018).	Colombia.	Cómo la educación en el desarrollo sostenible permite avances y proyecciones futuras en las organizaciones, universidades, etc.
5	Leiva, (2021).	Colombia.	Desechos electrónicos: gestión de su valor oculto.
Exponentes Internacionales			
1	Pérez.D, (2022).	Argentina	Recorridos óptimos para la recolección de residuos tecnológicos, recuperación de metales y disminución en la emisión de gases.
2	Lattazano (2022)	Uruguay	la mayoría de las ciudades del mundo no tienen políticas de responsabilidad por el uso de dispositivos y equipos electrónicos.
3	Cyranek, g. Silva U. (2010)	Montevideo Uruguay	Los residuos electrónicos: Un desafío para la Sociedad del Conocimiento en América Latina y el Caribe
4	Cruz, J.A (2022)	Guayaquil-Ecuador	Impacto del E-Waste en el contexto ecuatoriano
5	Ionescu. (2022).	Rumania.	E-waste management in emerging markets.

Fuente. Elaboración propia.

5.2 Análisis.

5.2.1 Análisis de la literatura - Exponentes principales

A continuación, se presentan las principales ideas de los autores/autores corporativos expuestos en la Tabla 3: Rastreo bibliográfico, que tienen una alta pertinencia en el tema, y que lideran la tendencia de publicaciones con relación a la investigación.

- (SALUD, I. A. M. A. Y., 2022): La presente investigación realizada en la ciudad de la Provincia de Esmeraldas busca elaborar un estudio en los desechos tecnológicos en la Universidad Técnica “Luis Vargas Torres” y observar su impacto en el medio ambiente y salud. Los investigadores, mediante el estudio realizado llegan a la conclusión de que se presenta un mal manejo, almacenamiento y disposición final de los RAEE (Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos) por parte de la Universidad Técnica “Luis Vargas Torres”, los cuales afectan la salud y el medio ambiente; esto soportado a su vez en que los análisis de laboratorio realizados a el suelo del sitio que se usa como destino final de los desechos tecnológicos y a tres (3) personas que manipulan estos materiales, que permitieron ver la contaminación en la sangre y los suelos por metales pesados como plomo, arsénico y selenio. Aún es una contaminación mínima, pero si se continua con un manejo inadecuado va a salirse de límites y ocasionará grandes daños.
- (Cajamarca, 2022): Durante la última década del siglo XXI, ha habido un aumento significativo en la fabricación y el consumo de equipos eléctricos y electrónicos debido a los beneficios y comodidades que brindan para el desarrollo humano. La problemática relacionada con los residuos electrónicos es de gran interés ya que afecta los aspectos sociales, ambientales y económicos, lo que ha llevado a que se le llame "la basura del siglo XXI". Pues se identifican los componentes de los residuos electrónicos que son perjudiciales para el medio ambiente y que se consideran una forma de envenenamiento ambiental en el siglo XXI. Los resultados muestran que la mayoría de los ciudadanos no están conscientes de los daños causados por la falta de reutilización y reciclaje de equipos tecnológicos, lo que resulta en una acumulación de estos dispositivos debido al consumismo humano, lo que a su vez provoca daños mortales al planeta.
- Sebastian (2019): El autor hace referencia a un término el cual es poco familiar para las empresas de tecnología; “transición ecológica”, donde se hace referencia un cambio en el modelo de producción y en el patrón de consumo hacia uno más “sostenible”, realizando una utilización racional de los recursos (eficiencia). Asimismo, se presenta un

argumento, erróneo, que se utiliza en dos direcciones: si quieres crecer tienes que causar un daño medioambiental, y viceversa: siempre que impongas medidas de sostenibilidad ecológica, estarás limitando el crecimiento. En conclusión, como lo menciona el autor en el texto, el futuro será para las opciones empresariales que sepan compatibilizar el respeto al medio ambiente con la actividad económica.

- Tucho, Vicente, García (2017): Para la sociedad actual, donde la información y la facilidad en la vida cotidiana son esenciales para su correcto funcionamiento, es indispensable la base tecnológica que respalda dicho estilo de vida; sin embargo, el cambio climático producido en una buena parte por la fabricación de los aparatos electrónicos, la extracción de materia primas y la mala gestión de los residuos tecnológicos, no recibe la atención social y política adecuada. Ante esto, los autores plantean tres categorías que analizan y recopilan sus efectos negativos: en primer lugar, la producción de dispositivos tecnológicos, donde exponen la realidad de las materias primas utilizadas como el tantalio, el wolframio, el estaño, el oro y el cobalto, siendo estos extraídos en condiciones que impulsan el trabajo infantil, las enfermedades y la explotación de grupos armados; asimismo, recalcan el consumo de la innovación tecnológica, donde los autores hacen énfasis en el gasto excesivo de recursos como la energía eléctrica, donde se estima que solo la industria de las TIC, consume el siete por ciento de toda la generada a nivel mundial; por último, el enfoque hacia la gestión de los residuos tecnológicos, nos informa la cantidad excesiva de toneladas de basura producida únicamente por aparatos electrónicos, de la cual la mayoría no gestionada de forma adecuada.
- Gutiérrez, Vera, Cano, Farfán (2022): Teniendo como referencia el basurero chino Guiyu, los autores exponen las graves consecuencias de los desechos electrónicos para la salud humana como los residuos de níquel que causa daños en la piel y asma, el antimonio que provoca problemas de fertilidad, o el bario que provoca debilidad muscular, cambios en el ritmo cardíaco y parálisis; además, los daños al medio ambiente, donde se evidencia

en mayor medida contaminación en el aire y en los suelos. Con base en esto, los autores profundizan científicamente en los riesgos mencionados anteriormente, que vulneran la salud de la población expuesta constantemente a escenarios de vertederos de desechos tecnológicos.

En conclusión, para los diferentes autores presentados resulta esencial analizar los riesgos a la salud, al medio ambiente y a la sociedad que provoca el mal manejo de los residuos tecnológicos; asimismo, todos concuerdan con que la mayoría de las ciudades del planeta no cuentan con la responsabilidad, técnicas, o medidas adecuadas para dar una adecuada gestión a estos desechos tecnológicos. Por lo tanto, la investigación a desarrollar dispone de objetivos alineados a los mismos propósitos buscados por los autores, encontrar formas de dar un buen manejo a los residuos tecnológicos, que permitan mejorar la calidad de vida de todas las personas residentes en lugares vertederos y que aumenten la conciencia y responsabilidad del consumidor y de las empresas productoras de aparatos electrónicos y tecnológicos.

5.2.2 Análisis de la literatura - Exponentes nacionales

Los estudios realizados a nivel nacional por diversos autores/autores corporativos aportan visiones interesantes sobre la temática. Estos son:

- (Guerra, 2015): Teniendo como referencia varias de las estrategias, acuerdos ambientales y experiencias de diferentes países de la Unión Europea, Asia y África; los autores analizan diferentes estrategias como los acuerdos multilaterales en donde se promueve la responsabilidad extendida del productor, exigiendo a los fabricantes medidas necesarias para reducir, reciclar y recuperar los RAEE con un desempeño ambiental adecuado, y acciones como la prohibición del movimiento transfronterizo de RAEE y sus componentes, esto con la finalidad de identificar las debilidades y fortalezas presentes en Colombia en la informalidad en el reciclaje de los RAEE, la disposición final inadecuada y la recolección insuficiente, para así formular alternativas sostenibles

para la adecuada y eficiente gestión de los RAEE en el país como por ejemplo la organización de los gestores informales del país en cooperativas o asociaciones, buscando su capacitación y entrenamiento, para su posterior integración con los gestores del sector formal y de esta forma se establezcan redes de reciclaje que puedan ser eco-eficientes, lo cual no solo impulsaría la política para la gestión integral de RAEE, sino que también impulsaría el trabajo decente y empleos verdes.

- (Perez, 2019): El comportamiento usual del consumidor frente a los residuos tecnológicos en la zona metropolitana de Barranquilla muestra que este desecha equipos de comunicación y accesorios, computadoras, baterías de diferentes tipos, electrodomésticos menores, sin importar que tan contaminantes o peligrosos sean estos para el medio ambiente o para las mismas personas; esto sumando a que un 96 % de los consumidores desconoce las sustancias peligrosas que contienen estos residuos, tales como mercurio, cadmio, plomo, bario, cobalto, antimonio, y mucho menos las fatales consecuencias que ocasionan en el organismo humano y al medioambiente. A lo anterior se suma que un 95 % de los consumidores se muestra indiferente ante el tema, lo cual implica que el 95 % no aplica acciones de responsabilidad social, lo que refleja que el 95 % utiliza en forma inadecuada los depósitos finales de los RAEE, ubicando estos desechos, sin la adecuada clasificación en la basura ordinaria producida por los hogares.
- (Morales, 2018): El acelerado aumento de la generación de residuos electrónicos en Colombia está provocando un impacto negativo en el medioambiente como por ejemplo la contaminación del suelo, agua, aire e impacto en la salud humana, que hace necesario, como acción inmediata, comenzar a fomentar la educación ambiental en la población, con el objetivo de concientizar a las personas sobre los daños ocasionados al medio ambiente y los efectos nocivos en la salud de las personas que generan el trato inadecuado de los residuos electrónicos; así como difundir las buenas prácticas que se pueden realizar para extender la vida útil de los dispositivos eléctricos y electrónicos.

- Rendón (2018): Los autores en esta investigación muestra la importancia de presentar planes y programas de educación ambiental, en énfasis en el desarrollo sostenible. Muestran para el caso colombiano como han que han favorecido la promulgación de marcos legislativos útiles para el diseño de programas educativos. Resaltan cómo la educación para el desarrollo sostenible deberá tener en cuenta las contribuciones del mundo empresarial, de la universidad, de las organizaciones y asociaciones, para así saber cómo proceder con respecto a los diferentes desechos tecnológicos que las compañías generan día a día.
- (Leiva, 2021): El autor en su estudio evalúa la forma en que se gestionan los RAEE (Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos) en el sur de Bogotá, específicamente en la localidad de Ciudad Bolívar donde se ha determinado que la mala gestión de los residuos tecnológicos radica principalmente en las limitaciones ligadas a los orígenes culturales. Asimismo, resalta la importancia de la participación de la educación ambiental en el manejo de hábitos y costumbres al momento de desechar aparatos electrónicos. Finalmente, la investigación busca encontrar el valor oculto de los residuos electrónicos, entendiéndolos como una alternativa de economía y aliviando su impacto ambiental.

En conclusión, para los autores estudiados, el manejo adecuado de los RAEE es una problemática actual en diferentes zonas del mundo, y Colombia no es la excepción. La gestión inadecuada de estos residuos puede tener graves consecuencias para la salud humana y el medio ambiente, debido a la presencia de sustancias peligrosas en ellos. De esta manera es necesario fomentar la educación ambiental en la población y promover buenas prácticas para el manejo de estos residuos. Es importante tomar medidas inmediatas para reducir el impacto negativo de los RAEE en el medio ambiente y la salud pública.

5.2.3 Análisis de la literatura - Exponentes internacionales

Los estudios realizados a nivel internacional por diversos autores/autores corporativos aportan visiones interesantes sobre la temática son:

- (Pérez D. , 2022): La creciente demanda en el uso las tecnologías de la información y comunicación (TIC) han contribuido a aumentar las preocupaciones ambientales y sociales, por la falta de estrategias inteligentes de recolección para los RAEE (Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos), que traen como problema principal el ruteo de vehículos, uno de los problemas más conocidos y desafiantes en la programación lineal entera, por eso hace parte de los problemas que no se pueden resolver en un tiempo polinomial. Ante este panorama la implementación de algoritmos ha ayudado a entregar buenas soluciones a estos problemas difíciles de resolver, en este caso se usó un algoritmo de optimización que mejora la gestión de recolección y transporte de los residuos. El algoritmo de Optimización basado en colonia de hormigas (ACO), estudia todas las posibles soluciones o rutas que toman “las hormigas” para luego escoger las que él considera mejor. Cada solución generada por ACO representa una solución óptima del recorrido y cada elemento de esta solución representa el orden secuencial en que serán visitadas cada uno de los puntos de recolección, siguiendo eso se ha logrado reducir kilómetros en los recorridos de recolección, además de recuperar metales y reducir la emisión de gases efecto invernadero.
- (Lattazano, 2022): Más del 80% de las ciudades del planeta no tienen políticas de responsabilidad por el uso de dispositivos y equipos electrónicos, aunque en la actualidad, algunos países como: Estados Unidos, Brasil, Japón, etc. han desarrollado diferentes cuerpos legales para obligar a las empresas que producen dispositivos electrónicos a dar una disposición final a los mismos. Los componentes técnicos asumen el costo de la eliminación de desechos, pero para no tener que asumir la responsabilidad y enfrentar los

altos costos de las políticas de reciclaje, las empresas como Apple, Samsung, Dell, Microsoft y demás, deciden enviar los desechos técnicos a países en desarrollo.

- **Cyranek (2010):** Los residuos electrónicos se han convertido en un gran problema ambiental y social en la región de América Latina y el Caribe debido a la rápida obsolescencia de los productos electrónicos y a la falta de una adecuada gestión de residuos. Por lo que resulta de interés abordar este problema en el contexto de la Sociedad del Conocimiento, ya que el aumento constante de la producción de dispositivos electrónicos está generando una creciente brecha digital entre países y una mayor exclusión de las personas más vulnerables. De esta manera el autor brinda posibles soluciones la implementación de políticas y estrategias para la gestión adecuada de los residuos electrónicos para gestionarlos adecuadamente y promover un desarrollo sostenible en la región.
- **Cruz (2022):** El aumento de los residuos electrónicos en el Ecuador está generando graves impactos ambientales, sociales y económicos. El autor destaca la importancia de abordar este problema de manera integral y sostenible, involucrando desde los consumidores hasta los productores y los gobiernos locales y nacionales. Para esto el autor en este estudio se reflejan los principales desafíos que vive Ecuador en la gestión de los residuos electrónicos y propone algunas soluciones para minimizar estos impactos negativos y se promueva el reciclaje y la gestión adecuada de los desechos electrónicos para mejorar la situación, así como la implementación de políticas públicas y la promoción de una economía circular.
- **(Ionescu, 2022):** El autor explica que los desechos electrónicos se han considerado durante mucho tiempo un problema exportable, es decir, en donde las naciones más ricas envían sus residuos a las partes más pobres del mundo , afectando así la calidad de vida de muchos países de Asia, América del Sur y África; sin embargo, el autor se centra en demostrar que en economías emergentes como China, India y Brasil es común evidenciar

las cantidades inmensas de residuos tecnológicos, donde para el año 2019, china generó diez mil ciento veintinueve (10129) toneladas, India generó tres mil doscientos treinta (3230) toneladas y Brasil sumó dos mil ciento cuarenta y tres (2144) toneladas de residuos electrónicos. Además, en sus ideas se mencionan las respuestas que los gobiernos de Brasil, China e India han tenido frente a la problemática de sus importaciones de desechos electrónicos, volviéndose más rigurosos y evitando el contrabando de E-Waste.

Los estudios realizados por estos cinco autores (5) internacionales demuestran que la sociedad ya ha ido identificando el grave problema que genera la mala gestión de los residuos tecnológicos, y por esto se ha ido avanzando e investigando poco a poco cómo es que se puede manejar este tipo de residuo. Así mismo, los autores exponen y analizan las posibles soluciones para esta problemática, lo cual resulta beneficioso para el objetivo de esta investigación para evaluar que estrategias han resultado útiles y cuáles no, y poder aplicarlas.

5.3 Marco Teórico

Esta investigación está orientada por las categorías teóricos-conceptuales de: cadena productiva, sostenibilidad, manejo de desechos de productos tecnológicos. A continuación, se presentará el horizonte teórico que guiará el desarrollarlo de la temática que convoca.

5.3.1 Cadena productiva.

El eje temático de la cadena productiva se abarcará con base a la postura de Tucho et al. (2017). Los autores definen que el inicio de la cadena productiva de las empresas tecnológicas da inicio en el proceso de extracción de la materia prima necesaria para la

fabricación de los dispositivos tecnológicos, donde dicha extracción de los llamados “minerales de sangre” (tantalio, wolframio, estaño, oro y cobalto), impactan negativamente al medio ambiente ya que para dicho proceso de extracción es necesaria la explotación excesiva del suelo por medio de actividades mineras, y el gasto de energía y agua es abundante; además, dicha extracción incita a la explotación de grupos armados, el trabajo infantil y las enfermedades, los cuales son problemas cotidianos para ciudadanos de países como el Congo.

Además de los mencionados materiales que impactan negativamente la sostenibilidad de la cadena productiva, es necesario al proceso de producción añadir toneladas de combustibles, productos químicos y miles de litros de agua utilizadas en la producción. Seguidamente, estos materiales son procesados en refinerías y fundiciones, y posteriormente llevadas a empresas encargadas del ensamble de los productos tecnológicos, procesos que traen consigo una alta contaminación para las comunidades aledañas a las fábricas.

Otro aspecto de interés para los autores es el impacto cultural de este tipo de actividades que por su contexto es nocivo para las personas, donde las jornadas excesivas de trabajo, la explotación laboral y el uso principalmente de mujeres en los procesos manufactureros, son situaciones que se viven día a día en países como Corea del Sur, Vietnam e Indonesia.

Asimismo, los autores recalcan la importancia del consumo energético de la industria de las TIC y su relación con el medio ambiente, en donde dicha industria gasta aproximadamente una décima parte de la energía eléctrica generada a nivel mundial y teniendo en cuenta su dependencia de los combustibles fósiles, emiten una parte importante de todas las emisiones de gases de efecto invernadero.

5.3.2 Manejo de desechos de productos tecnológicos.

Este categórico conceptual se abordará a partir de Cajamarca (2022) y Pérez (2019) para quien debe existir un manejo adecuado de los desechos tóxicos por parte de países en

desarrollo como por ejemplo Alemania, Estados Unidos o demás, al ser necesario la generación de políticas gubernamentales de responsabilidad para el manejo adecuado de estos. Dichas políticas deben buscar fomentar la implementación de prácticas y procesos que permitan reducir los impactos negativos de los residuos electrónicos y tecnológicos en la salud humana y el medio ambiente. Se deben centrar en la responsabilidad compartida de los fabricantes, distribuidores, minoristas y consumidores en el manejo de los productos electrónicos y tecnológicos al final de su vida útil. Entre las políticas de responsabilidad más comunes se encuentra la "responsabilidad ampliada del productor", que implica que los fabricantes y productores de productos electrónicos y tecnológicos son responsables de recolectar, transportar y tratar los residuos electrónicos generados por sus productos.

Otra de las maneras en tener un buen manejo de desechos es convertirse en un consumidor responsable, como Pérez (2019) lo plantea que es importante que las personas se informen sobre el manejo adecuado de los residuos tecnológicos y las políticas y regulaciones relacionadas con su gestión las regiones. Asimismo, las personas también pueden ser partícipes e involucrarse en iniciativas y campañas que promuevan la gestión adecuada de estos residuos, dado que la gestión adecuada de los residuos tecnológicos es responsabilidad de todos, desde los consumidores hasta las empresas productoras de tecnología y las autoridades gubernamentales.

5.3.3 Los impactos ambientales, sanitarios y de seguridad derivados de los desechos tecnológicos

Este categórico se trabajará desde la mirada de Cyranek (2010) y Cruz (2022). Para Cyranek (2010), los desechos tecnológicos, también llamados e-waste, pueden tener varios impactos negativos, como lo son la contaminación del suelo, agua, aire, impacto en la salud humana, problemas de seguridad, entre otros. Para el tanto los productores, como importadores y distribuidores son responsables del impacto medioambiental de sus productos. La cantidad de residuos electrónicos que se generan en la región día a día están aumentando cada vez más

debido al crecimiento y demanda de la tecnología en el mercado, y así mismo la obsolescencia de los productos y/o equipos electrónicos. Estos residuos electrónicos contienen sustancias tóxicas y peligrosas, como mercurio, plomo y cadmio, que pueden causar graves impactos en el medio ambiente y la salud humana.

Para Cyranek (2010), los residuos tecnológicos son un desafío importante para los países, ya que las políticas necesarias que deben tener estos, para gestionarlos de manera efectiva son limitadas o no existen, causando que se presenten malos manejos de estos, aumentando el riesgo de impactos negativos en la salud y el medio ambiente. El autor llega a la conclusión de que es necesaria una acción urgente para abordar esta problemática, al ser necesario implementar políticas y estrategias efectivas para gestionar adecuadamente estos residuos y reducir su impacto en la salud humana y el medio ambiente.

Cruz (2022), reafirma el gran impacto que generan estos residuos tecnológicos, los cuales contienen sustancias peligrosas, como plomo, mercurio y cadmio, como lo mencionaba Cyranek (2010) generan un impacto negativo y más aún si su eliminación es inadecuada en vertederos o basureros que generan contaminación del suelo y el agua, lo que afecta negativamente la calidad del medio ambiente.

Ambos autores llegan a la misma conclusión de brindarle gran importancia a la implementación de políticas y estrategias para la gestión adecuada de los residuos electrónicos y la conciencia pública sobre el impacto ambiental y la salud humana asociados con estos residuos. Es importante que se tomen medidas para minimizar estos impactos negativos y se promueva el reciclaje y la gestión adecuada de los desechos electrónicos. Es imposible avanzar a gran escala en tecnología, pero dejar de lado la responsabilidad social.

6. METODOLOGÍA

6.1 Enfoque de la investigación

La investigación fue de naturaleza cualitativa, ya que su objetivo no buscaba medir variables, sino describir e interpretar detalladamente la problemática ambiental y social con respecto al manejo de los RAEE y la implementación de tecnologías 4.0 para el tratamiento de estos; a través de la recolección y análisis de los datos. Este fue un enfoque que, según Hernández (2014), se basó más en la lógica y proceso inductivo, es decir, exploró, describió y luego generó perspectivas teóricas que ayudaron a esclarecer una verdad y a dispersar o expandir los datos obtenidos.

6.2 Alcance

La investigación tuvo un alcance descriptivo al buscar especificar propiedades y características importantes que se presentaron en el manejo de los RAEE y la implementación de tecnologías 4.0 en el tratamiento de los RAEE, para determinar su incidencia en el aspecto ambiental y social de una comunidad. Fue un estudio que resultó muy útil para mostrar con precisión los ángulos o dimensiones de un fenómeno, suceso, comunidad, contexto o situación (Hernández, 2014), lo que brindó profundidad y riqueza en la investigación.

6.3 Tipo de investigación

La investigación fue de tipo documental, donde se buscó observar y reflexionar sistemáticamente sobre el manejo de los RAEE y la implementación de tecnologías 4.0 en el tratamiento de los RAEE a través de diferentes tipos de documentos y fuentes orales o

escritas, que le dieron riqueza a la investigación por los múltiples puntos de vista a estudiar y analizar. En estas investigaciones se abordaron aspectos como la selección y constatación de fuentes, criterios para juzgar la validez de las fuentes, valoración a los documentos y síntesis y crítica de la información (Rojas, 2011).

6.3 Fuentes y técnicas de manejo de la información

La recolección de los datos para esta investigación se hizo a través de fuentes secundarias, que fueron investigaciones y testimonios de terceros expresados en documentos (Rojas, 2011). Estas fuentes pudieron ser reportes de investigaciones, catálogos de bibliotecas, revistas, periódicos y trabajos que ya habían sido trabajados a partir de datos primarios. Fue importante tener claras las fuentes ya que fue a través de estas que se comprobó la veracidad de los datos y se le dio un contexto a la información (Cabrera, 2010).

6.4 Técnicas de recolección de información

Documentos impresos (textos, revistas, prensa) e información tomada de Internet.

6.6 Instrumentos

A continuación, se presentan los instrumentos con los cuales se analizó la información recolectada en el presente documento.

Tabla 3. Estructura análisis de resultados

Estructura análisis de resultados/ Diseño metodológico			
Título Investigación	Tecnologías 4.0 y su impacto para el buen manejo de productos tecnológicos luego de finalizar su vida útil		
Pregunta de Investigación	¿Cómo la implementación de tecnologías 4.0 en la cadena productiva de las empresas tecnológicas pueden contribuir a que los productos generados por estas, sean sostenibles luego de finalizar su vida útil?		
Objetivo General	Determinar cómo la implementación de tecnologías 4.0 en la cadena productiva de las empresas tecnológicas pueden contribuir a que los productos generados por estas sean sostenibles luego de finalizar su vida útil.		
Objetivos específicos	<p>1) Caracterizar las tecnologías que utiliza las cadenas productivas de las empresas tecnológicas y cómo estas actualmente disponen sus productos al finalizar estos su vida útil.</p> <p>2) Analizar cuáles son las prácticas que tienen los consumidores en relación con el manejo que les dan a los residuos tecnológicos cuando finaliza su vida útil.</p> <p>3) Analizar los impactos ambientales y sanitarios de los residuos tecnológicos.</p> <p>4) Determinar cómo el uso de las tecnologías 4.0 puede contribuir en la cadena productiva con la generación de productos/servicios más sostenibles en las empresas de tecnologías.</p> <p>5) Definir los retos que tienen las empresas para la implementación de las tecnologías 4.0 puede contribuir en la cadena productiva con la generación de productos/servicios más sostenibles en las empresas de tecnologías.</p>		
	Objetivo	Contenido	Instrumentos de investigación
Análisis de Resultados - Apartado 1. Tecnologías de las cadenas productivas de las empresas tecnológicas	<p>Objetivo específico 1. Caracterizar las tecnologías que utiliza las cadenas productivas de las empresas tecnológicas y cómo estas actualmente disponen sus productos al finalizar estos su vida útil.</p> <p>Objetivo específico 4. Determinar cómo el uso de las tecnologías 4.0 puede contribuir en la cadena productiva con la</p>	<p>Iniciar con un párrafo que introduzca al lector en el tema</p> <p>Definir que son las empresas tecnológicas.</p> <p>Caracterizar los procesos productivos de las empresas tecnológicas</p> <p>Determinar qué tipo de tecnologías son empleadas en el proceso de producción de productos</p>	<p>1 Análisis narrativo</p> <p>2 Análisis narrativo</p> <p>3 Análisis comparativo</p> <p>4 Análisis narrativo</p>

	<p>generación de productos/servicios más sostenibles en las empresas de tecnologías.</p>	<p>tecnológicos y que tanto estas generan productos que sean contaminante o no para el medio ambiente, si estos son reutilizables o no.</p> <p>Determinar los impactos de las tecnologías empleadas en la gestión de residuos de productos tecnológicos.</p> <p>Encontrar alternativas más sostenibles y amigables para el medio ambiente en los procesos productivos y de desecho de productos tecnológicos.</p> <p>Calcular el impacto ambiental provocado por el uso de tecnologías obsoletas.</p> <p>Determinar cómo las tecnologías 4.0 se pueden implementar en las empresas de tecnologías.</p> <p>Definir cuales tecnologías 4.0 podrían implementar las empresas tecnológicas.</p> <p>Comparar los procesos productivos de empresas que utilicen tecnologías 4.0 y aquellas que mantienen tecnologías obsoletas.</p> <p>El apartado se debe finalizar con dos párrafos que concluyan sobre este.</p>	<p>5 Gráfica de barras</p> <p>6 Análisis comparativo</p> <p>7 Análisis narrativo</p> <p>8 Análisis narrativo</p> <p>9 Mapa mental</p> <p>10 Análisis comparativo</p> <p>11 Análisis narrativo</p>
--	--	---	---

<p style="text-align: center;">Análisis de Resultados - Apartado 2. Impacto ambiental y sanitario del manejo que le dan los consumidores a los productos tecnológicos que finalizaron su vida útil</p>	<p>Objetivo específico 2. Analizar cuáles son las prácticas que tienen los consumidores en relación con el manejo que les dan a los residuos tecnológicos cuando finaliza su vida útil.</p> <p>Objetivo específico 3. Analizar los impactos ambientales y sanitarios de los residuos tecnológicos.</p>	<p>Iniciar con un párrafo que introduzca al lector en el tema</p> <p>Determinar las prácticas que tienen los consumidores en relación con el manejo de los residuos tecnológicos una vez terminan su vida útil</p> <p>Determinar el impacto ambiental y sanitario que provocan las prácticas de los consumidores con respecto al manejo de sus residuos tecnológicos</p> <p>Calcular el nivel de desconocimiento que tienen los consumidores con respecto al manejo de los residuos tecnológicos que finalizaron su vida útil.</p> <p>Medir la relación entre el conocimiento que tienen los consumidores con respecto al manejo de los residuos tecnológicos, con su impacto ambiental y sanitario.</p> <p>El apartado se debe finalizar con dos párrafos que concluyan sobre este.</p>	<p>1 Gráfico de barras</p> <p>2 Gráfico de barras</p> <p>3 Diagrama causa - efecto</p> <p>4 Análisis comparativo.</p> <p>5 Diagrama causa - efecto</p> <p>6 Análisis narrativo</p>
<p style="text-align: center;">Análisis de Resultados- Apartado 3. Retos que tienen las empresas para la implementación de las tecnologías 4.0 en la cadena productiva en la generación de</p>	<p>Objetivo específico 5. Definir los retos que tienen las empresas para la implementación de las tecnologías 4.0 puede contribuir en la cadena productiva con la generación de productos/servicios más</p>	<p>Iniciar con un párrafo que introduzca al lector en el tema.</p> <p>Identificar los retos específicos que las empresas enfrentan al implementar tecnologías 4.0. Como la falta de</p>	<p>1 Mapa mental</p> <p>2 Infografía</p>

productos/servicios más sostenibles	sostenibles en las empresas de tecnologías.	<p>conocimiento técnico, la resistencia al cambio, la falta de recursos financieros y la falta de capacitación para los empleados.</p> <p>Presentar las variables que están implicadas en el costo de la implementación de las tecnologías 4.0 puede contribuir a la cadena productiva y la generación de productos y servicios más sostenibles</p> <p>Determinar estrategias específicas para abordar los retos identificados y maximizar el potencial de las tecnologías 4.0 en la cadena productiva.</p> <p>El apartado se debe finalizar con dos párrafos que concluyan sobre este.</p>	<p>3 Diagrama causa - efecto</p> <p>4 Análisis narrativo</p> <p>5 Análisis narrativo</p>
-------------------------------------	---	---	--

7. ANÁLISIS DE RESULTADOS

7.1 Tecnologías de las cadenas productivas de las empresas tecnológicas

Actualmente la era tecnológica ha alcanzado un protagonismo inigualable, tanto que han logrado transformar la forma en que el mundo vive e interactúa. Sin embargo, este protagonismo y avance no trae consigo solo beneficios y cosas positivas, también viene acompañado de una creciente preocupación por el impacto ambiental derivado de los componentes químicos presentes en los productos tecnológicos, que al ser desechados por los consumidores al final de su vida útil, desencadenan serias consecuencias para el medio

ambiente. Este apartado tiene como objetivo el análisis de las tecnologías que se implementan en las cadenas productivas de las empresas tecnológicas, con el fin de encontrar una solución más consciente y responsable en el ámbito ambiental, empresarial y tecnológico.

Antes de conocer cuáles son las tecnologías y cómo son los procesos productivos de dichos productos tecnológicos, es importante tener claro el concepto de empresas tecnológicas, ya que se han propuesto múltiples, pero tienden a ser excesivamente amplias. La definición de Fariñas & López (2006) quienes las entienden como “entidades que tratan de desarrollar y explotar comercialmente una innovación tecnológica que implica una elevada incertidumbre comercial” (p.4); para ellos son empresas altamente especializadas que tienden a ser las primeras en el mercado por la aplicación de tecnologías avanzadas. Y es por esta misma razón que son objeto de atención en la sociedad, por su capacidad de innovación y desarrollo.

Teniendo claro lo anterior, se podrá entrar en detalle en cómo son los procesos productivos de las empresas tecnológicas, para esto se tomara como referencia el proceso de la empresa Apple.Inc que consta de cinco etapas fundamentales planeación, abastecimiento, producción, distribución y servicios post venta. A continuación se explicará un poco de estas etapas:

-Planeación: En esta fase, Apple se encarga de examinar y evaluar su entorno para gestionar eficazmente ingresos, gastos, producción y distribución, asegurando así la capacidad de cumplir con la demanda del mercado.

-Abastecimiento: La empresa adquiere los componentes y materiales necesarios a sus proveedores, los cuales son enviados directamente a la planta de ensamblaje para dar paso a la fabricación de los productos.

-Producción: Los productos son llevados a las instalaciones de ensamblaje; una vez hechos, estos son testeados y empacados para ser trasladarlos a la aduana.

-Distribución: Apple realiza envíos de manera directa a los clientes que realizaron compras. Cabe resaltar que son productos que se comercializan en más de 80 países y a distintos grupos de clientes, por lo que se implementan programas como el merchandising digital y físico.

-Servicios post venta: La empresa ofrece un conjunto de servicios destinados a mantener la satisfacción del cliente. Esto incluye devoluciones en caso de insatisfacción o errores de producción, descuentos a estudiantes universitarios y a docentes, y posibilidad de intercambiar dispositivos usados por crédito o por tarjeta regalo de Apple Store (Azabache & et al, 2022).

Cabe comprender, que también es de suma importancia identificar los recursos utilizados en la producción de productos electrónicos, para así proporcionar una idea general del proceso productivo y poder centrarse en las tecnologías utilizadas. Dicho lo anterior, resulta fundamental comprender como primer eslabón de la cadena productiva al momento donde se extrae la materia prima utilizada en la fabricación de productos eléctricos y electrónicos; gran parte de los recursos necesarios para la elaboración de estos dispositivos son los denominados “minerales de sangre”, donde encontramos el tantalio, el wolframio, el estaño, el oro y el cobalto; de los cuales su apodo se origina en el sin fin de problemas sociales que países como el Congo sufren día a día, donde el proceso minero está dirigido por grupos armados que provocan la explotación infantil e ínfimas condiciones de seguridad (Ma, 2009). En pro de ejemplificar lo anterior, el senador Richard J. Durbin de Illinois, Estados Unidos, al proponer un proyecto de ley donde se exija la certificación de minerales provenientes del Congo, diría lo siguiente: “Sin saberlo, decenas de millones de personas en los Estados Unidos pueden estar poniendo dinero en los bolsillos de algunos de los peores violadores de derechos humanos en el mundo, simplemente usando un teléfono celular o una computadora portátil”¹ (New York Time, 2008).

Posteriormente, en los procesos de fabricación se requieren toneladas de agua, químicos y combustibles; por ejemplo, para producir un ordenador de mesa se necesitan 240 kilos de combustibles, 22 kilos de químicos y 1.500 litros de agua (Kuehr & Williams, 2003). Asimismo, a la cantidad exorbitante de materiales utilizados en la fabricación de los productos eléctricos y electrónicos, se le deben sumar las condiciones laborales anticuadas y deshumanizantes en donde miles de personas laboran en jornadas intensivas que conllevan

¹ Traducción del autor al español del texto New York Time “Congo’s Riches, Looted by Renegade Troops”.

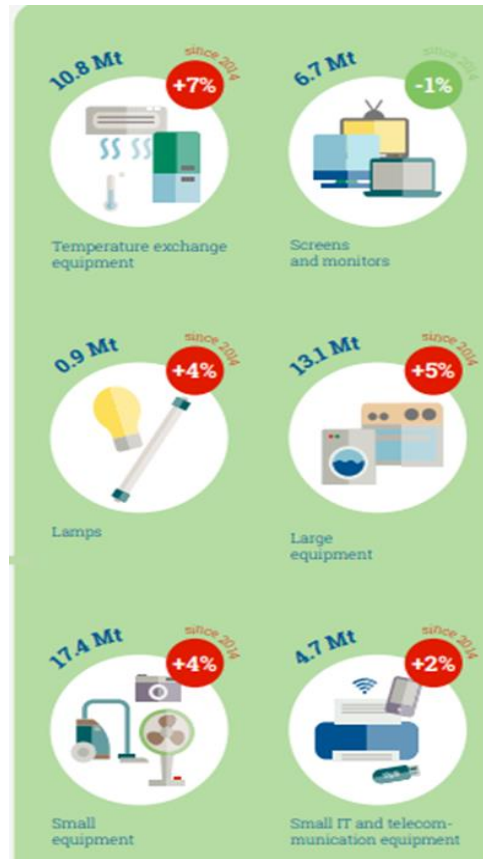
frecuentemente a accidentes laborales, se manejan productos químicos en condiciones inadecuadas, conviven con una inmensa cantidad de residuos tóxicos, entre otras demandas que se vienen realizando en este tipo de compañías, y en donde se evidencia la ausencia de innovación y poco uso de las tecnologías 4.0; un ejemplo de esto, es observado en Corea del Sur, donde la industria de semiconductores utiliza componentes de alta toxicidad prohibidos hace aproximadamente 30 años en Estados Unidos, por lo cual más de 370 trabajadores, en su mayoría mujeres, contrajeron cáncer y otras enfermedades incurables con apenas 20 o 30 años (Tucho, 2017).

De igual forma, dentro del proceso productivo, no se puede dejar de lado el ambiente energético, siendo justamente el consumo energético uno de los principales emisores de gases de efecto invernadero. Debido a su alta dependencia de combustibles fósiles, se estima que las industrias tecnológicas consumen el 7% de toda la energía eléctrica generada a nivel mundial y consecuentemente, emite el 2% de todas las emisiones de gases de efecto invernadero (Tucho, 2017). Igualmente, es importante aclarar que el procesamiento y la manufactura de los productos electrónicos es únicamente responsable del 16% al 18% del total de energía empleada por el sector; en donde el 82% al 84% sobrante es debido a las fases de uso y consumo de las tecnologías, donde los centros de datos y las redes son gran responsables de dicho consumo (Corcoran & Andrae, 2013). Por lo tanto, es viable predecir que este consumo energético en bases de datos será cada vez mayor, y entendiendo la evolución propuesta por la industria 4.0, donde los datos son cada vez más influyentes en el día a día de la sociedad, se deben buscar alternativas que permitan aumentar los espacios de almacenamiento a la par que se disminuye o se controla el consumo energético excesivo.

En cuanto a los residuos generados por la industria tecnológica, se espera que aumenten exponencialmente durante los siguientes años, por ende, el buen uso de las tecnologías 4.0 serán fundamentales para controlar el cambio climático y evitar consecuencias fatales para nuestra especie. En el monitoreo global de residuos electrónicos del año 2020, se determinó que la generación de residuos electrónicos viene en una tasa alarmante de crecimiento evidencia en la de 2 millones de toneladas anuales; en donde, desde el año 2014, el mayor crecimiento se evidencia en equipos de control de temperatura como aires acondicionados

con un 7% , mientras los equipos pequeños como cámaras o ventiladoras han proporcionado 17.4Mt de residuos, siendo los mayores contaminantes por toneladas (UNITAR, 2020).

Figura 2. Millones de toneladas de residuos electrónicos por categorías en el año 2019.

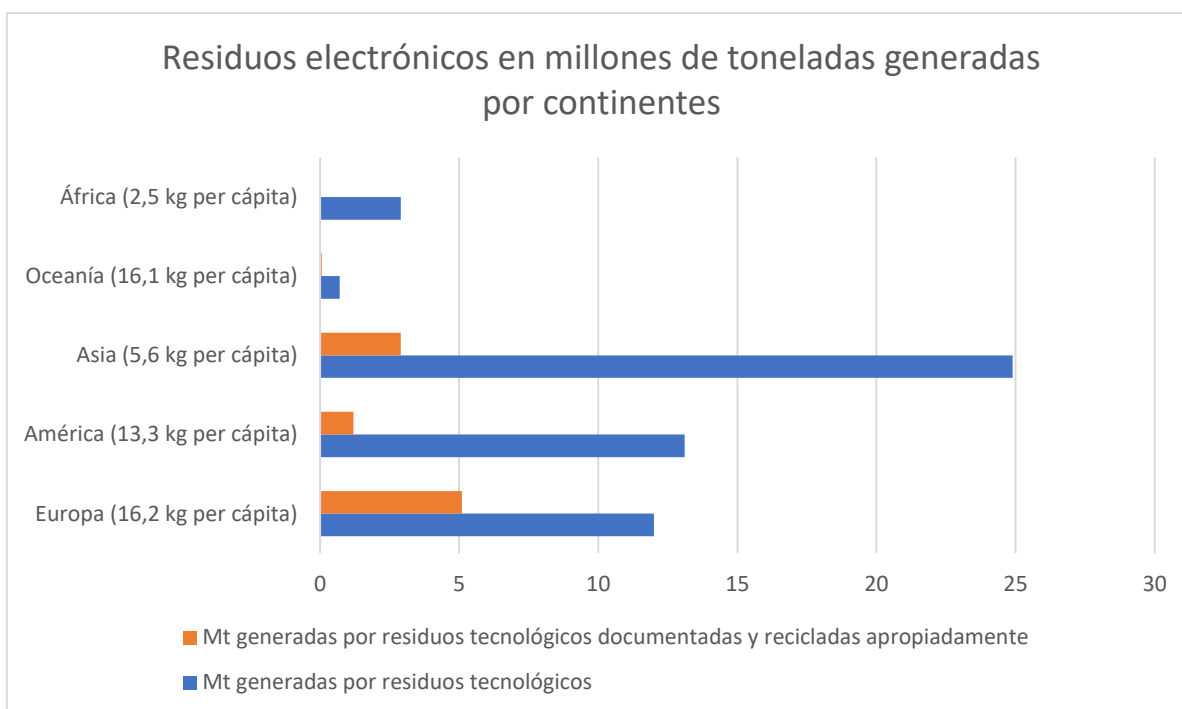


Fuente: Unitar (2020)

Además, el monitoreo global de residuos electrónicos predice que para el año 2030, se generarán 74.7 Mt de residuos electrónicos, siendo este mayor por 21.1 millones de toneladas que el último registro evidenciado en el 2019; además, por persona se espera una producción de residuos de 9 kg por persona, siendo esta casi 2 Kg mayor que el reporte generado en 2019 donde se produjeron 7.3 Kg de residuos electrónicos por persona (UNITAR, 2020).

De esta manera, es de suma importancia otorgar soluciones amigables para el medio ambiente al momento de generar residuos electrónicos; por ende, en la siguiente gráfica se pretende demostrar cómo se manejan los residuos por continente.

Figura 3. Gráfico de barras de residuos electrónicos generados por continentes.



Fuente. Elaboración propia basada en los datos de Unitar (2020).

La gráfica anterior demuestra la relación entre la calidad de vida de los continentes más desarrollados con respecto a la cantidad de residuos que generan, siendo los continentes más desarrollados como Europa y Oceanía aquellos con mayor generación de residuos electrónicos por persona. Además, también se evidencia la capacidad de los países más desarrollados como en el caso de los europeos en reciclar y tratar adecuadamente los residuos, en donde esta situación se ve reflejada por ejemplo en Asia, donde se generan 29.4 millones de toneladas de residuos electrónicos pero el tratamiento desarrollado hacia estos deja mucho que desear, reciclando adecuadamente únicamente el 11,6% de los residuos totales generados. Por otra parte, y abordando la temática desde un punto de vista más positivo, los países cada vez crean regulaciones más exigentes para gestionar los residuos electrónicos, esto se ve reflejado en el incremento de países cubiertos por una legislación que regule la gestión de residuos, en donde pasaron de ser 61 países cubiertos en el 2014 y terminaron siendo 78 para el 2019, cubriendo a un 71% de la población mundial (UNITAR, 2020).

Entre las distintas alternativas sostenibles que se pueden implementar al momento de elaborar productos electrónicos, está la utilización de maquinaria que consuma menor energía, crear productos sin obsolescencia programada tan notoria o utilizar la innovación y el desarrollo en pro de volver más amigable la cadena productiva; y una de las opciones más interesantes y consideradas con el medio ambiente consiste en impulsar la economía circular.

Con base a las investigaciones desarrolladas por el monitoreo global de residuos electrónicos del año 2020, los aparatos eléctricos y electrónicos tienen un diseño bastante complejo, dentro de ellos se pueden encontrar 69 elementos de la tabla periódica, en donde se incluyen materia prima crítica, como el cobalto, paladio, indio, germanio, bismuto y antimonio, los cuales son aquellos identificados como críticos por su importancia económica y el alto riesgo que se podría generar si se detiene su producción. Asimismo, el monitoreo encontró que dentro de las 53.6 millones de toneladas de basura electrónica generada en el año 2019, aquella que fue documentada y reciclada apropiadamente, la cual es apenas el 17,4% de los residuos electrónicos totales, tiene un potencial dentro de la economía circular para reutilizar 25 millones de toneladas de materia prima, donde se encuentra materia prima crítica y sustancias tóxicas, que equivalen a un valor potencial de \$10 billones de dólares (UNITAR, 2020). Asimismo, se podrían identificar alternativas rentables y ecosostenibles que se analizarán en el siguiente cuadro comparativo.

Tabla 4. Cuadro comparativo

DESECHAR INAPROPIADAMENTE LOS RAEE	ECONOMÍA CIRCULAR
El equivalente a 98 millones de toneladas en emisión de CO ₂ únicamente en neveras y aires acondicionados desechados inapropiadamente.	El equivalente a 15 millones de toneladas en emisión de CO ₂ disminuidas al reutilizar materia prima.
Dentro de las 53.6 millones de toneladas de residuos electrónicos generados en el año 2019, se estiman otros 39 millones de toneladas de materia prima necesaria para	De los 39 millones de toneladas de materia prima necesaria para la elaboración de nuevos productos electrónicos, 25 millones

la elaboración de nuevos productos electrónicos.	de toneladas pueden encontrarse en procesos de reciclaje.
Desechos desaprovechados, entre los cuales algunos de ellos son tóxicos, por ejemplo, 0,05 kilotonnes de mercurio generados en residuos electrónicos tratados inadecuadamente.	Aprovechar el potencial de los materiales encontrados en los residuos electrónicos, valuados en \$10 billones de dólares.
Globalmente únicamente el 17,4% de los RAEE son adecuadamente recogidos y reciclados.	Se fomenta una gestión de RAEE adecuada y documentada formalmente.
Es de bajo costo, pero proporciona daños irreversibles al planeta.	A pesar de que su costo es alto, si se utilizan métodos que no desperdicien mucha materia prima, puede resultar rentable.

Fuente. Elaboración propia basada en los datos de Unitar (2020).

La relación entre el desarrollo tecnológico y sus consecuencias ambientales toman relevancia al momento de analizar como los desechos tecnológicos contribuyen a esta problemática. El deterioro ambiental a causa del uso de las tecnologías obsoletas nos confronta con la necesidad de explorar alternativas más sostenibles y amigables con el medio ambiente; Los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) se están convirtiendo en una seria amenaza para todos, puesto que, las sustancias tóxicas presentes en estos desechos cuando se mezclan con el aire y el suelo provocan efectos nocivos para el medio ambiente (García L. G., 2022)

Los diferentes componentes de estos residuos como lo son el plomo, cadmio y berilio se consideran contaminantes metálicos peligrosos. El plomo entra en los marcos orgánicos a través de los alimentos, el agua, el aire y el suelo. Las características peligrosas de los desechos electrónicos pueden dañar el entorno por peligros de incendio, a alta temperatura y presión. Además, estos desechos conducen a la combustión de otros materiales por procesos de oxidación. (García, L. G. 2022). La acumulación de residuos electrónicos ocasionada por la poca vida útil que tiene estos dispositivos agrava la crisis de desechos, generando sustancias toxicas al medio ambiente.

La producción y el desecho de estos dispositivos obsoletos contribuyen a la acumulación de más residuos tecnológicos. En 2018 se generó 50 millones de toneladas de desechos, en 2019 53,6 millones de toneladas en todo el mundo, de estos, solo el 17,4% se recicla correctamente. Un tercio de los desechos tecnológicos proviene de China y Estados Unidos. Se estima en el 2050 que se producirá 120 millones de toneladas anuales, a causa del incremento en la tasa del consumismo (Cajamarca, 2022). Es esencial adoptar e implementar prácticas de diseño más sostenibles, que permitan disminuir el exceso de residuos tecnológicos que se generan día a día al terminar la vida útil de estos equipos. La forma en que se produce, se consume y se desecha los residuos electrónicos es insostenible, debido a la lenta adopción de la recolección y el reciclaje, las externalidades, como el consumo de recursos, la emisión de gases de efecto invernadero y la liberación de sustancias tóxicas durante los procedimientos informales de reciclaje, ilustran el problema para mantenerse dentro de límites sostenibles (García L. G., 2022)

La industria 4.0 o también llamada cuarta revolución industrial ha generado un gran impacto en las empresas de tecnología, llegando al punto de tener que replantearse la forma en la que operan y entregan sus productos o servicios. Los desafíos para las empresas modernas están relacionados con cadenas de valor más complejas que requieren la estandarización de los procesos de fabricación y una relación más estrecha entre las partes interesadas. (Oficina asesora de planeación y estudios sectoriales, 2019). Otros de los desafíos que enfrentan las organizaciones de tecnología es la inversión inicial, lo cual genera un reto financiero teniendo en cuenta las grandes sumas que pueden costar un software, hardware y formación de personal.

El camino de implementar las tecnologías 4.0 en los procesos de la empresa implica la integración de sistemas ciberfísicos, garantizar análisis de datos avanzados, automatización de procesos, manejo de datos en la nube, entre otras, buscando optimizar tiempo y recursos que a su vez generaría un aumento en la eficiencia. Un ejemplo de esto se tiene con la analítica de datos lo cual al tenerlo siempre en tiempo real le permite a la empresa una buena toma de decisiones, así mismo se evidenciaría desde la producción donde se podrá obtener y recopilar datos en tiempo real sobre el rendimiento de las máquinas y los procesos, dejando

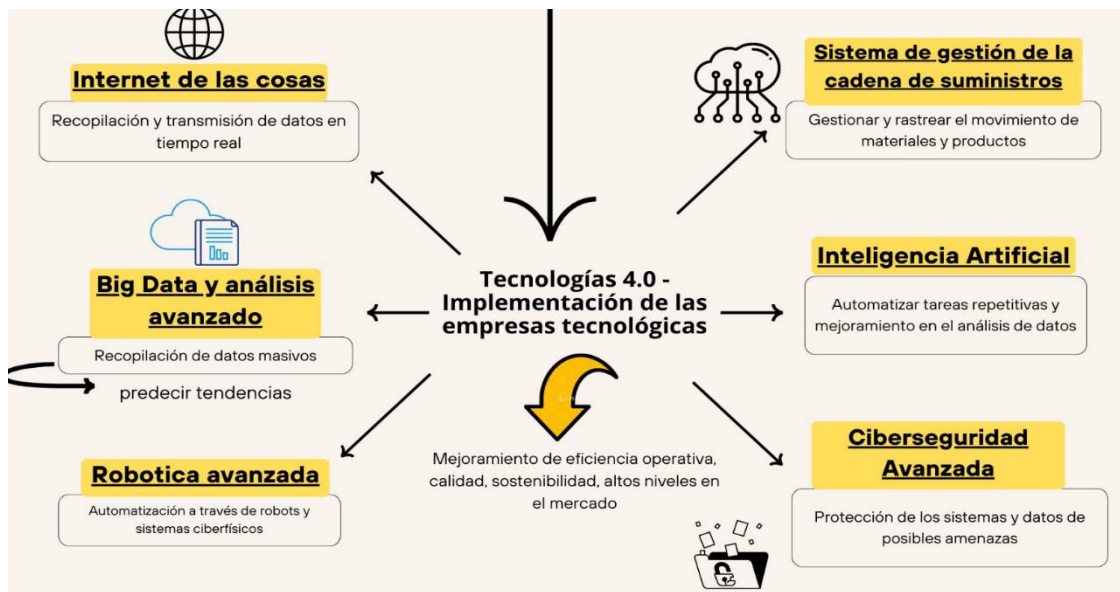
en evidencias las anomalías y problemas a resolver. Las empresas de tecnología no solo están implementando la tecnología 4.0 a sus propios procesos, sino que buscan que sus clientes también lo hagan, garantizando así mayor demanda en sus productos o servicios.

Para llevar a cabo la implementación de la tecnología 4.0 a los procesos de las empresas de tecnología, es importante partir desde la planificación y evaluar de cuáles son las áreas donde posiblemente se tenga un impacto positivo al implementarlas, ya sea en la mejora de la eficiencia operativa, la optimización de la cadena de suministros o mejoras en la experiencias de los clientes; posterior a esto es de suma importancia capacitar a los empleados, para garantizar una buena utilización de las herramientas y así mismo resultados coherentes. Se debe garantizar una buena interpretación o análisis de datos, un enfoque en la innovación y una gran capacidad de adaptación constante.

La incorporación de las empresas a las tecnologías 4.0 abre una nueva etapa de oportunidades que se derivan de una mayor automatización e integración de las cadenas de, así como la disminución de los costos y tiempos de desarrollo de productos que impulsa el acceso a nuevos mercados globales personalizados ya un uso más eficiente y sustentable de la energía y la materia prima (Buenrostro, 2022). Estas tecnologías también desempeñan un papel fundamental en la promoción de la sostenibilidad, las empresas pueden lograr reducir drásticamente su consumo energético y las emisiones de carbono, optimizando sus operaciones de manera más ecológica.

Las tecnologías 4.0 se inclinan a una revolución digital, donde las empresas y organizaciones enfocadas en el mercado de la tecnología deben aprovechar para mejorar la eficiencia operativa, la toma de decisiones basada en análisis de datos, la creación de nuevos productos y así mismo el manejo adecuado de los residuos tecnológicos. Realizando un enfoque más específico el siguiente mapa mental se muestra aquellas tecnologías 4.0 que podrían implementar en aquellas organizaciones:

Figura 4. Mapa mental de las tecnologías 4.0 que podrían implementar las empresas tecnológicas.



Fuente. Elaboración propia con los datos obtenidos de Oficina asesora de planeación y estudios sectoriales (2019).

La brecha entre las empresas tecnológicas 4.0 y aquellas que se aferran a tecnologías obsoletas no solo se refleja en sus procesos productivos, sino también en su enfoque hacia el manejo de los residuos tecnológicos. Estas diferencias influyen en su sostenibilidad, responsabilidad ambiental y percepción en la sociedad.

Dicho lo anterior, podemos resaltar algunas de las prácticas de las empresas tecnológicas 4.0 como, por ejemplo, la automatización avanzada, también la fabricación aditiva (Impresión 3D), realidad aumentada (RA), gemelos digitales, sistemas de fabricación flexible, cadenas de suministro inteligentes y también podemos encontrar la economía circular, estas y muchas más son algunas de los procesos productivos más importantes que se encuentran en las empresas tecnológicas 4.0 y con ellas se encuentran las influencias dentro del buen manejo de los residuos (RAEE). Toda empresa industrial busca la eficiencia económica y productiva para ser sostenible en el mundo actual, lo que ha originado que los procesos de manufactura evolucionen a la denominada cuarta revolución industrial, llamada Industria 4.0 (López, 2021, P.85). Algunos ejemplos de empresas que han adoptado tecnologías 4.0 en sus procesos productivos para mejorar la eficiencia, la calidad y la flexibilidad en sus operaciones, son: Siemens, Ford, Airbus, BMW, Nestlé.

Las empresas tecnológicas 4.0, caracterizadas por su adopción de inteligencia artificial, automatización y otras tecnologías avanzadas, también se destacan en su enfoque proactivo hacia el manejo de los residuos tecnológicos. Dado que sus procesos productivos están altamente automatizados y digitalizados, tienden a generar menos desperdicio en comparación con las empresas obsoletas. Además, estas compañías a menudo diseñan productos con ciclos de vida más largos y facilidad para actualizaciones, reduciendo la necesidad de reemplazo constante.

No obstante, las empresas que mantienen tecnologías obsoletas en sus procesos productivos a menudo enfrentan desafíos y limitaciones en términos de eficiencia, competitividad y adaptabilidad. Algunos de los aspectos que suelen caracterizar estos procesos son la eficiencia reducida, calidad inconsistente, baja flexibilidad, competitividad disminuida, riesgo de obsolescencia completa, altos costos de mantenimiento.

Para concluir, la disparidad entre las empresas que abrazan las tecnologías 4.0 y aquellas que se apegan a tecnologías obsoletas se manifiesta no solo en sus métodos de producción, sino también en su enfoque sobre la gestión de residuos tecnológicos. Estas diferencias ejercen influencia sobre su sostenibilidad, responsabilidad ambiental y percepción en la sociedad. Mientras que las empresas 4.0 destacan por su adopción de prácticas avanzadas como la automatización, fabricación aditiva y sistemas de fabricación flexibles, también sobresalen en la gestión responsable de los residuos tecnológicos, gracias a la reducción de desperdicios y la prolongación de los ciclos de vida de los productos.

En contraste, las empresas estancadas en tecnologías obsoletas enfrentan retos en términos de ineficiencia, falta de competitividad y dificultad de adaptación, debido a problemas como calidad inconsistente y altos costos de mantenimiento esto afectando de una u otra manera significativamente hacia aquella finalización de sus productos y así generando mal manejo ante los residuos tecnológicos. En última instancia, el camino hacia la sostenibilidad y la competitividad en la actualidad parece estar intrínsecamente vinculado con la adopción de tecnologías modernas y una perspectiva responsable sobre la gestión de recursos tecnológicos.

7.2 Impacto ambiental y sanitario del manejo que le dan los consumidores a los productos tecnológicos que finalizaron su vida útil.

A medida que la innovación y la tecnología avanza a pasos inmensos, la rápida obsolescencia de dispositivos electrónicos y la tendencia al reemplazo constante generan una creciente cantidad de desechos electrónicos. Estos desechos, en su mayoría son dispuestos de manera inadecuada por los consumidores, lo que puede generar un impacto devastador en el medio ambiente y la salud pública. Este apartado profundizará en el análisis del impacto ambiental y sanitario del manejo que los consumidores dan a los productos tecnológicos al finalizar su vida útil, explorando las consecuencias de este comportamiento. A través de este apartado, se busca promover e informar sobre la importancia de la conciencia y la responsabilidad de los consumidores en la mitigación de los efectos nocivos que estas acciones pueden generar en nuestro entorno y nuestra salud.

Lo primero que se debe de conocer son las prácticas que tienen los consumidores actualmente con los productos tecnológicos una vez estos acaban su vida útil, y para esto es importante traer a consideración dos artículos investigativos en los que se analiza los hábitos y prácticas que tienen los consumidores con las baterías y teléfonos celulares. El primer artículo titulado “Potencial impacto ambiental de la disposición final de baterías usadas de teléfonos celulares en vertederos municipales”, realizó una encuesta a 400 personas del municipio de Valencia, Venezuela; en donde se alcanzó apreciar que más de la mitad de los encuestados, un 60%, disponen sus baterías usadas en los basureros, el 21 % las guarda en su casa, un 17 % las deja en la agencia comercial donde compra la batería nueva y el otro 2% vende su celular con la batería gastada (Martín & Correia, 2004). Cifras que deja en evidencia la falta de conciencia y educación en los hogares ya que solo es un 17% el que actúa de manera responsable.

Por otro lado, el artículo “Hábitos y prácticas de consumo de teléfonos celulares en México y España”, el cual menciona que almacenar los celulares en desuso es la práctica más común por parte de los jóvenes universitarios (población estudiada), acción que no representa problemas ambientales, pero sí problemas de salud para ellos. Adicionalmente, este

dispositivo estaría perdiendo la oportunidad de ser reutilizado, ya que, si pasa largo tiempo guardado, queda obsoleto y ya no puede ser aprovechado por otro usuario, lo que finalmente terminaría causando daños ambientales, pues lo más probable es que acabe en los residuos domésticos (Cruz & al, 2013). Estos resultados refuerzan la idea de lo necesario e importante que es tomar acción y empezar a gestionar con mayor fuerza un sistema eficaz y eficiente que trate y controle los RAEE.

De esta manera resulta importante definir unas prácticas adecuadas para el manejo de los residuos tecnológicos, dado su impacto ambiental y sanitario, y los riesgos que traen para la salud y el medio ambiente, pero ¿por qué?, según Leiva (2021) dichos residuos tienen un valor oculto y son precisamente los metales pesados, el plástico y vidrio, los elementos tóxicos y peligrosos para el medio ambiente y la salud humana. A continuación, se caracterizará algunos de estos elementos con su respectivo impacto:

Figura 5. Impacto medio ambiental y social de algunos elementos presentes en los RAEE

	Daños potenciales para la salud humana	Daños potenciales para el medio ambiente
Materiales ignífugos bromados	Cancerígenos y neurotóxicos; pueden inferir así mismo con la función reproductora	En los vertederos son soluble, en cierta medida volátiles, bioacumulativos y persistentes al incinerarlos se generan dioxinas y furanos
Cadmio (Ca)	Posibles efectos irreversibles en los riñones; provocan cáncer o inducen a la desmineralización ósea	Bioacumulativo, persistente y tóxico para el medio ambiente.
Cromo VI	Provoca reacciones alérgicas; en contacto con la piel, es caustico y genotóxico.	Las células lo absorben muy fácilmente; efectos tóxicos
Plomo (Pb)	Posibles daños e el sistema nervioso, endocrino y cardiovascular; también en los riñones	Acumulación en el ecosistema; efectos tóxicos en la flora, la fauna y los microorganismos
Níquel (Ni)	Puede afectar a los sistemas endocrinos e inmunológico, a la piel a los ojos	
Mercurio (Hg)	Posibles daños cerebrales; impactos acumulativos	Disuelto en agua, se va acumulando en los organismos vivos

Fuente: BASE DE DATOS PUJ. La gestión de residuos de aparatos electrónicos y eléctricos. Guía dirigida a autoridades locales y regionales. La Asociación de Ciudades y Regiones para el Reciclaje (ACRR)

La tabla indica que los residuos eléctricos y electrónicos son sustancias con un alto potencial para provocar muertes, lesiones graves y afecciones en la flora y fauna, debido a su actividad

química. Son elementos con características peligrosas que indudablemente deberían de estar correctamente gestionados, pues su acumulación en cualquier momento puede desencadenar grandes daños (Gutiérrez & et al, 2022).

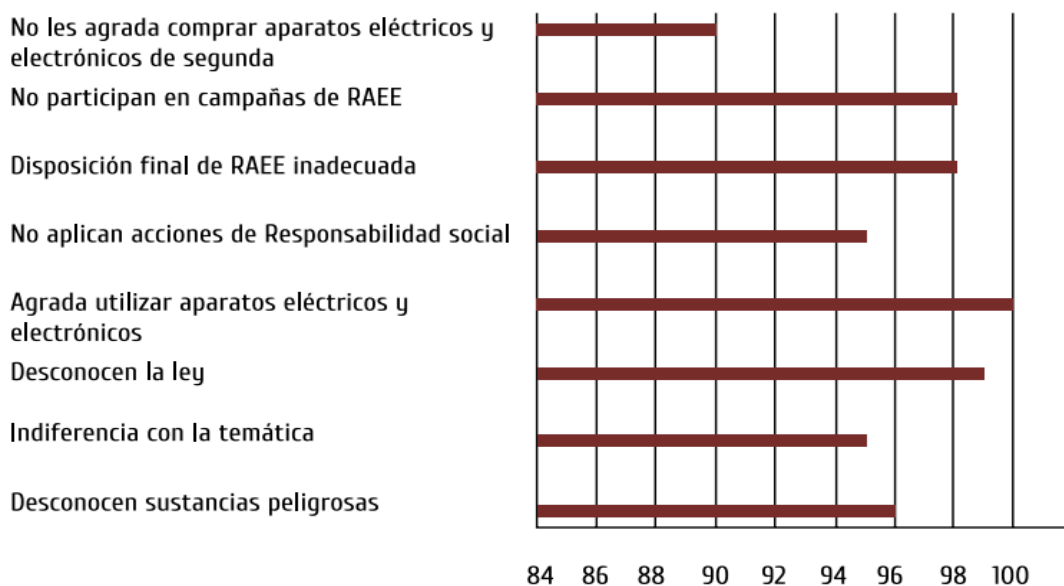
El desconocimiento de los consumidores acerca del adecuado manejo de los residuos tecnológicos ha ocasionado grandes daños ambientales, a esto se le suma que la mayor parte de clientes prefieren comprar un electrodoméstico nuevo que arreglar uno dañado, junto con la ignorancia, la falta de procedimientos de reciclaje y lugares adecuados para tratar estos residuos, cada vez es más difícil controlar esta creciente problemática; como lo mencionan y confirman Molina & De San Benito (2010) “los equipos electrónicos obsoletos se están convirtiendo en una de las corrientes más significativas de residuos, tanto por cantidad como por toxicidad” (p.27).

Uno de los puntos importante frente a esta falta de conocimiento por parte de los consumidores se puede asociar a la conciencia regional, teniendo en cuenta que, en muchas regiones o lugares del mundo más desarrollados, se cuenta con mayor información sobre el manejo de residuos tecnológicos, en comparación con otras donde las capacitaciones, formaciones y recursos académicos son mucho más escasos frente a estos temas. Lo anterior conlleva a que los consumidores que viven en aquellas regiones donde se brinda mayor información y/o formación se realice un adecuado proceso de reciclaje y reutilización de dispositivos tecnológicos, reduciendo la cantidad de desechos electrónicos. En contraste, en áreas con menos información, es más probable que los dispositivos se desechen incorrectamente.

Como muestra de lo expresado anterior, se presenta el siguiente grafico de barras donde se evidencia el comportamiento del consumidor de la zona metropolitana de Barranquilla (Colombia), respecto a los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE).

Figura 6. Diagnóstico de la cultura de comportamiento del consumidor respecto a los RAEE

RESULTADOS ZONA METROPOLITANA DE BARRANQUILLA



Fuente: Base de datos. Espinosa Pérez & Peralta Miranda, 2019

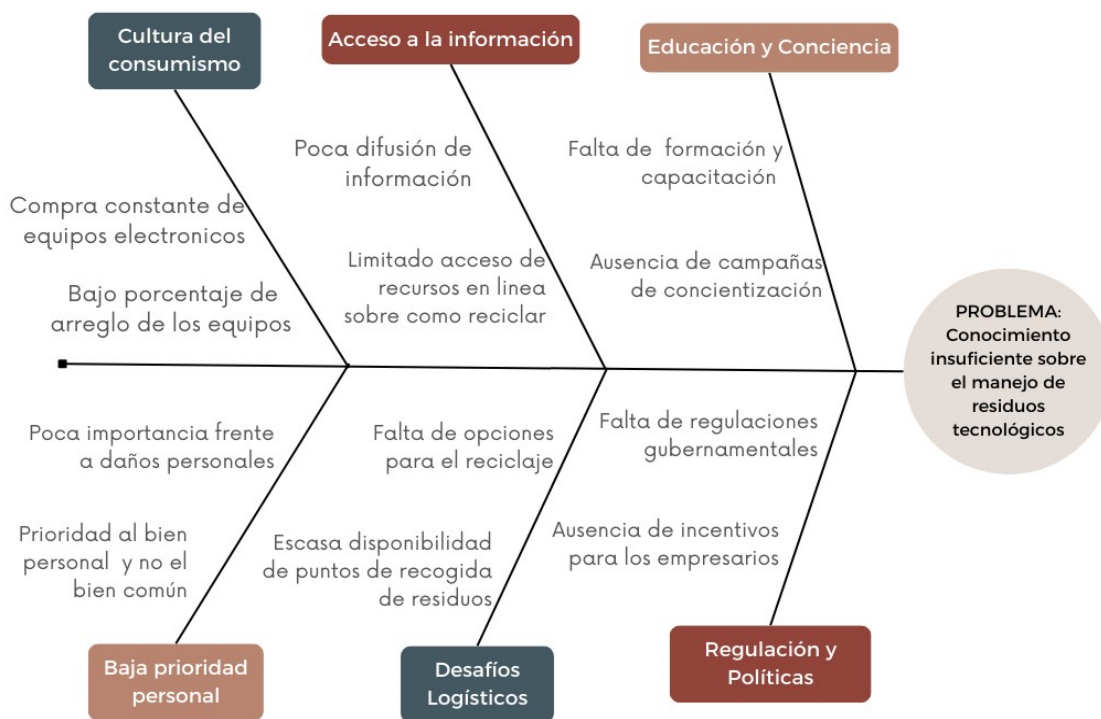
La grafica evidencia como los consumidores de esta zona se muestran indiferentes ante el tema, lo cual implica que el 95 % no aplica acciones de responsabilidad social, dinámica que ha llevado a que el depósito final de estos residuos se realice de una manera inapropiada, generando mayor contaminación ambiental. Los consumidores son indiferentes en las campañas de RAEE, en las políticas de cooperación, pero a un 100 % de los encuestados les agrada utilizar y comprar aparatos eléctricos y electrónicos de última generación aun si ser cocientes de cuál es el uso que le deben de dar en el momento que finalicen su vida útil (Espinosa Pérez & Peralta Miranda, 2019).

Se podría decir que el desconocimiento sobre el manejo de residuos tecnológicos también varía según la región y tiene un impacto significativo en el medio ambiente. Es esencial abordar este problema mediante la educación, la concienciación y la implementación de políticas adecuadas para fomentar prácticas de gestión de residuos más responsables.

El manejo insuficiente de los residuos tecnológicos tiene repercusiones graves y a menudo invisibles en nuestro medio ambiente, la falta de conocimiento que tienen los consumidores

con respecto a esta problemática está generando cada vez mayor impacto en nuestro entorno, amenazando la calidad de nuestros ecosistemas y representando riesgos significativos para la salud humana. Para esto es necesario comprender las causas que contribuyen al escaso conocimiento de las personas y/o consumidores. En este contexto, se presenta un diagrama de causa y efecto, donde se podrá evidenciar las diferentes causas o facetas de esta problemática.

Figura 7. Diagrama de causa y efecto frente a la falta de conocimiento que tienen los consumidores con respecto al manejo de los residuos tecnológicos



Fuente: Elaboración propia con los datos obtenidos de Espinosa Pérez & Peralta Miranda, 2019 y Molina & De San Benito, 2010

El impacto ambiental que los consumidores atribuyen a los productos tecnológicos al final de su vida útil puede variar significativamente según su nivel de conciencia y conocimiento sobre la sostenibilidad, así mismo se ha evidenciado como las nuevas normativas que han surgido en los últimos años en algunos países trasladan la responsabilidad de los residuos al productor de los equipos (fabricante, distribuidor o exportador). Como lo expresa Espinosa

& Peralta (2019) "Para generar cultura de buen uso y disposición de los desechos en que se convierten los artefactos eléctricos y electrónicos se requiere educación, tanto en el hogar como en las organizaciones, y así aspirar a que en la sociedad goce de un desarrollo sostenible".

El manejo que los consumidores dan a los productos tecnológicos al final de su vida útil puede tener un impacto ambiental y sanitario significativo, dependiendo de si se lleva a cabo de manera adecuada o inadecuada. Desde el tema ambiental como se ha hablado anteriormente se presenta la contaminación del suelo y agua a causa de la liberación de sustancias tóxicas como plomo, mercurio y cadmio, así mismo al tener un aumento en los residuos electrónicos se estaría agotando más rápidamente los recursos naturales y aumentando la presión sobre los ecosistemas debido a la extracción de materias primas para fabricar nuevos dispositivos. Ahora desde el tema sanitario se evidencia problemas de salud a largo tiempo debido a la exposición repetida a productos químicos peligrosos presentes en dispositivos electrónicos, como el plomo o el mercurio, por último, es importante resaltar la gran problemática que se puede generar en las comunidades donde no se esté realizando una adecuada práctica de manejo de residuos o reciclaje, pueden verse afectadas por la contaminación del aire y el agua.

Es fundamental que los consumidores estén conscientes de estos impactos y adopten prácticas de manejo de residuos responsables, como el reciclaje, la donación o la reutilización de dispositivos electrónicos, para reducir el daño ambiental y proteger su propia salud y la de sus comunidades. El comportamiento del consumidor es muy similar al de cualquier otro producto, el problema se complejiza en la fase del posconsumo, en donde surgen dos vertientes, reciclar partes de los AEE y el impacto o manejo adecuado de los residuos. Esta problemática debe ser abordada desde la formación de los mismos consumidores y empresarios, hasta los gobiernos, donde se logre llegar a una concientización del saber que se está vendiendo, que se está comprando y a donde va llegar esto después de ser desechado.

Se evidencia falta conciencia y responsabilidad social en el manejo de los residuos tecnológicos; los consumidores no conocen los riesgos que pueden ocasionarse por el mal uso y disposición de los RAEE; son indiferentes ante la minimización de los desechos

tecnológicos, no identifican y participan de una estrategia para el mejoramiento del ambiente en relación con los residuos en su comunidad, ni de manera personal o por estrategia empresarial (Espinosa Pérez & Peralta Miranda, 2019). El consumismo consciente en referencia a los residuos tecnológicos es donde se adoptan prácticas de consumo y manejo de dispositivos electrónicos que sean sostenibles y respetuosas con el medio ambiente. Implica tomar decisiones informadas y éticas en todas las etapas del ciclo de vida de un producto tecnológico, desde su adquisición hasta su disposición final.

Finalmente, se debe tener un cambio de mentalidad hacia la sostenibilidad y la responsabilidad ambiental. Al tomar decisiones acertadas, informadas, conscientes y éticas en relación con los productos tecnológicos, los consumidores pueden desempeñar un papel importante en la reducción de la huella ambiental de la tecnología y en la promoción de prácticas más sostenibles en la sociedad.

7.3 Retos que tienen las empresas para la implementación de las tecnologías 4.0 en la cadena productiva en la generación de productos/servicios más sostenibles

Si bien es cierto que las empresas que implementen de forma adecuada las tecnologías propias de la industria 4.0 como el internet de las cosas, la ciberseguridad, la big data, entre otras; su implementación puede traer consigo diversos retos que deben ser estudiados y analizados en pro de mejorar la temática principal de la investigación, el manejo de los residuos tecnológicos, así como también las organizaciones buscan ser más productivas, rentables y sostenibles. Asimismo, las empresas tecnológicas que deseen acceder al mundo del Business Intelligence, entendiendo este como: “El conjunto de metodologías, prácticas y capacidades enfocadas al manejo de información que permite tomar mejores decisiones a las empresas” (Silva, 2017); deben afrontar los retos propios de estas tecnologías y aprovechar las oportunidades en búsqueda de mejorar tanto su cadena productiva, como su impacto ambiental en los procesos productivos y en la gestión de residuos de los aparatos eléctricos y electrónicos.

De esta manera, es posible identificar específicamente los retos que traen consigo aplicar el Business Intelligence en una compañía productora de aparatos electrónicos. En primer lugar, la industria 4.0 trae consigo un alto costo asociado a la inversión requerida en softwares o hardwares; además, los altos costos también se ven reflejados en la capacitación de los empleados. El segundo reto se refleja en la complejidad que conlleva la implementación de las tecnologías 4.0, la cual puede resultar en desafíos para aquellas compañías que no cuenten con un músculo financiero apropiado, conocimiento apto y experiencias en nuevas tecnologías.

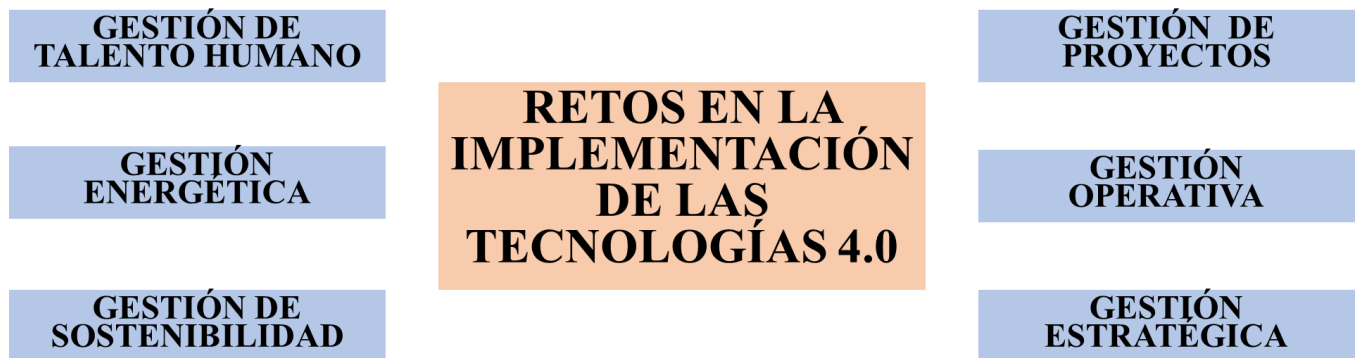
Asimismo, un tercer conflicto se asocia con la seguridad de los datos, en donde entendiendo a los datos como el recurso más valioso en cuanto a la implementación de tecnologías 4.0 se habla, su confidencialidad y sensibilidad debe ser tratada con monitoreos, copias de seguridad, entre otros. Consecuentemente, dentro de la misma línea de los datos, otra dificultad radica en la forma en extraer, limpiar y transformar la inmensa cantidad de flujo de datos, lo cual requiere de altas fuentes de conocimiento y de tiempo. La adaptación a los cambios constituye otra problemática para las empresas que busquen incorporarse a la industria 4.0, en donde el dinamismo del mundo tecnológico genera incertidumbres que obligan a las empresas, a adaptar modelos flexibles que permitan la revisión constante y la adaptabilidad necesaria para implementar tecnologías 4.0. Asimismo, surge el reto de implementar estrategias que permitan desde el ámbito gerencial y/o visional, transformar la logística e integrar nuevas tecnologías que permitan garantizar el uso de Business Intelligence.

Finalmente, las restricciones regulatorias y de calidad, pueden dificultar el proceso de recolección y transformación de datos (Fuentes-Gavilánez & Erazo-Castillo, 2023). En conclusión, la implementación de tecnologías 4.0 trae consigo distintas clases de retos que se pueden agrupar dentro del proceso de recolección y transformación de datos, la alta inversión en conocimiento, maquinaria y capital humano, las estrategias implementadas por la alta dirección y la vulnerabilidad del ambiente digital.

Complementado los retos mencionados anteriormente, otra forma de percibirlos es agruparlos desde la perspectiva de la gestión, para ello Mora y Guerrero (2020), identifican

6 conceptos, que deben tratarse con rigurosidad en caso de querer implementar las tecnologías 4.0 en las organizaciones, entre los cuales encontramos: la gestión de proyectos, en donde el estudio de la realidad de cada compañía determinará la viabilidad de implementar o no tecnologías 4.0; la gestión operativa, en donde la hiperconectividad debe permitir tomar acciones predictivas y optimizar todos los elementos de la compañía; la gestión estratégica, que defina nuevos objetivos en base a las oportunidades y amenazas que la industria 4.0 brindan; la gestión del talento humano, en donde los perfiles profesionales deben reinventarse y capacitarse en torno a las nuevas tecnologías; la gestión energética, que como se menciona en el primer apartado, se incrementará significativamente, dentro de lo cual se deben adaptar las nuevas tecnologías para optimizar y no desperdiciar las fuentes energéticas; finalmente, la gestión de sostenibilidad, la cual debe optar por la responsabilidad y la consciencia frente a la gestión de los datos y al cuidado del medio ambiente (Mora-Sánchez & Guerrero-Marín, 2020).

Figura 8. Mapa mental, retos en la implementación de las tecnologías 4.0



Fuente. Elaboración propia basada en los datos de Mora-Sánchez & Guerrero-Marín, 2020.

Las tecnologías 4.0 han revolucionado la forma en que producimos y consumimos bienes y servicios. Sin embargo, el uso excesivo de dispositivos electrónicos y la falta de una gestión

adecuada de los residuos tecnológicos han generado problemas éticos y ambientales. Para abordar estos problemas y maximizar el potencial de las tecnologías 4.0 en la cadena productiva, podemos tener en cuenta los siguientes aspectos: La reducción de la basura electrónica se erige como una estrategia esencial para afrontar los desafíos éticos y medioambientales inherentes a los residuos tecnológicos. Este enfoque implica la adquisición de productos provenientes de empresas comprometidas con la sostenibilidad, el fomento de la reutilización de dispositivos, la promoción de la reparación y la práctica del reciclaje responsable. Adicionalmente, los fabricantes pueden aportar significativamente a la reducción de la basura electrónica mediante la producción de dispositivos más resistentes y la incorporación de principios de eco diseño en sus productos.

No obstante, la concienciación y la educación emergen como herramientas fundamentales para abordar las cuestiones éticas y medioambientales que gravitan en torno a los residuos tecnológicos. Es imperativo sensibilizar a los usuarios y consumidores acerca de la importancia de una gestión adecuada de los residuos electrónicos y destacar los dilemas éticos y problemas medioambientales asociados a estos desechos. Además, la formación en tecnología y medio ambiente puede desempeñar un papel crucial en la maximización del potencial de las tecnologías 4.0 en la cadena productiva. Es relevante mencionar que la gestión apropiada de los residuos es un pilar fundamental para atacar las preocupaciones éticas y medioambientales inherentes a los residuos tecnológicos.” Hoy en día se revela claramente en cientos de consumidores particulares de productos electrónicos que no encuentran opciones viables para deshacerse de ellos de una forma social y ambientalmente responsable. La cantidad de residuos electrónicos en América Latina, está cerca de 800.000 toneladas.” (Prince, 2010, p.5). Garantizar que los residuos electrónicos sean gestionados de manera adecuada, incluyendo su sometimiento a procesos de descontaminación previos al tratamiento en instalaciones de reciclaje, es esencial para mitigar los riesgos. Además, es necesario establecer políticas y regulaciones que promuevan la gestión ecológicamente responsable de los residuos electrónicos.

Finalmente, la innovación tecnológica se alza como un motor clave para maximizar el potencial de las tecnologías 4.0 en la cadena productiva y reducir los dilemas éticos y

problemas medioambientales ligados a los residuos tecnológicos. Esto puede lograrse mediante la implementación de tecnologías avanzadas de reciclaje y la producción de dispositivos más sostenibles y eficientes.

8. DISCUSIÓN

8.1 Aspectos relevantes

A lo largo de la investigación se encontraron diversos aspectos que permitieron dar respuesta a la pregunta de investigación. Asimismo, la investigación se centró en desarrollar los siguientes objetivos específicos: a) Caracterizar las tecnologías que utiliza las cadenas productivas de las empresas tecnológicas y cómo estas actualmente disponen sus productos al finalizar estos su vida útil, b) Analizar cuáles son las prácticas que tienen los consumidores en relación con el manejo que les dan a los residuos tecnológicos cuando finaliza su vida útil, c) Analizar los impactos ambientales y sanitarios de los residuos tecnológicos, d) Determinar cómo el uso de las tecnologías 4.0 puede contribuir en la cadena productiva con la generación de productos/servicios más sostenibles en las empresas de tecnologías, e) Definir los retos que tienen las empresas para la implementación de las tecnologías 4.0 puede contribuir en la cadena productiva con la generación de productos/servicios más sostenibles en las empresas de tecnologías.

Teniendo en cuenta estos objetivos, los principales hallazgos de la investigación para el primer objetivo “Caracterizar las tecnologías que utiliza las cadenas productivas de las empresas tecnológicas y cómo estas actualmente disponen sus productos al finalizar estos su vida útil” se centran en las nuevas tecnologías que promueve la cuarta revolución industrial, en donde el internet de las cosas, el big data, la robótica avanzada, los sistemas de gestión de la cadena de suministros, la inteligencia artificial y la ciberseguridad avanzada, trabajan en conjunto para evolucionar la cadena productiva de las empresas tecnológicas (Oficina asesora de planeación y estudios sectoriales, 2019). De esta manera, la revolución digital incentiva cada vez más al uso de la adopción de la inteligencia artificial, al desarrollar acciones como

la impresión 3D, la realidad aumentada o la economía circular que contribuyen con la eficiencia y eficacia de los procesos productivos, como promueve y permite una adecuada gestión de los residuos generados en la cadena productiva.

Para el segundo objetivo específico “Analizar cuáles son las prácticas que tienen los consumidores en relación con el manejo que les dan a los residuos tecnológicos cuando finaliza su vida útil”, almacenar los aparatos electrónicos resulta la práctica más frecuente al momento de que dichos aparatos terminan su vida útil, lo cual trae consigo dificultades sanitarias y de salud, y evita que los residuos electrónicos sean tratados de forma adecuada (Cruz & al, 2013). Además, se evidenció que la práctica de llevar los residuos electrónicos nuevamente a la empresa que los produce no es muy común, puesto que se frecuenta más el uso de vertederos, de los cuales gran parte de ellos no contribuyen con la reutilización que promueva una economía circular de los aparatos electrónicos.

En el tercer objetivo específico “Analizar los impactos ambientales y sanitarios de los residuos tecnológicos”, diversos elementos químicos dentro de los aparatos eléctricos y electrónicos que resultan tóxicos tanto como para el medio ambiente como para los seres humanos, entre ellos metales presentes en los dispositivos electrónicos como el cadmio, el cromo, el plomo, el níquel y el mercurio, resultan peligrosos para la salud humana, en donde se pueden ver afectados los riñones, la piel, el sistema nervioso, el sistema inmunológico e inclusive desarrollar células cancerígenas. Asimismo, estos metales al no ser tratados adecuadamente en su gestión residual resultan fuertemente tóxicos para la flora y la fauna de los ecosistemas (Leiva, 2021).

Para el cuarto objetivo específico “Determinar cómo el uso de las tecnologías 4.0 puede contribuir en la cadena productiva con la generación de productos/servicios más sostenibles en las empresas de tecnologías”, las empresas que continúen con el uso de tecnologías obsoletas se ven afectadas en términos de competitividad, adaptabilidad y eficacia, y su falta de enfoque en la gestión de residuos conlleva problemas en su sostenibilidad, responsabilidad ambiental y percepción de la sociedad. De esta manera, aquellas empresas que implementan tecnologías 4.0, destacan en prácticas que promueven su productividad como la automatización, la fabricación aditiva y los sistemas de fabricación flexibles; de igual forma,

destacan en la gestión adecuada de sus residuos con prácticas como la reducción de desperdicios, la prolongación de los ciclos de vida de los productos y la economía circular.

Finalmente, en el quinto objetivo específico “Definir los retos que tienen las empresas para la implementación de las tecnologías 4.0 que pueden contribuir en la cadena productiva con la generación de productos/servicios más sostenibles en las empresas de tecnologías”, se encontraron puntualmente 7 retos que deben afrontar las empresas que deseen implementar las tecnologías propias de la cuarta revolución industrial, en donde se encuentran: los altos costos asociados a las inversiones requeridas y capacitación de los empleados, la complejidad que conlleva la implementación de las tecnologías 4.0, la seguridad de los datos, la forma de transformar los flujos de datos, la adaptación a los cambios, la implementación de estrategias gerenciales que permitan implementar las nuevas tecnologías, y por último, las restricciones regulatorias y de calidad (Fuentes-Gavilánez & Erazo-Castillo, 2023). Asimismo, enfocándose exclusivamente el ámbito gerencial, se encontraron otros 6 retos, en donde se evidencian los retos en la gestión del talento humano, en la gestión de proyectos, la gestión energética, la gestión operativa, la gestión estratégica y la gestión de sostenibilidad (Mora-Sánchez & Guerrero-Marín, 2020).

8.2 Revisión de la literatura

¿Qué dice la literatura anterior?

En el análisis de resultados se reafirma la postura de Salud I.A.M.A.Y (2022), en cuanto a los desechos tecnológicos y su impacto al medio ambiente y salud de la comunidad, donde, la preocupación en cuanto los desechos electrónicos ya que presentan riesgos para la salud humana debido a su toxicidad y que estos problemas están interrelacionados con la exposición ocupacional y local directa.

Asimismo, se mantiene la postura de Cajamarca (2022) quien afirma que muchas personas no son conscientes de aquellos componentes químicos expulsados por los residuos

tecnológicos y que a su vez no solo los afecta, sino que también afectan a su entorno. Es relevante mencionar esto pues gracias a su análisis del entorno se puede llegar a encontrar aquellos objetivos para una mejora consiente en cuanto al uso de estos residuos, de igual manera los autores relacionados con el estado del arte, permitieron dar una vista amplia en cuanto a los aspectos importantes para analizar como lo son la implementación de políticas y programas de gestión de residuos electrónicos como lo menciona Sebastián M. (2019), así como la promoción de la reutilización y el reciclaje de dispositivos electrónicos, son medidas importantes para reducir la cantidad de basura tecnológica generada.

¿Los resultados de la investigación coinciden con lo que antes se ha estudiado del tema, se profundizan sobre los resultados anteriores, o difieren significativamente?

El análisis de resultados mantiene la postura de los autores revisados en el estado del arte para quienes en la actualidad enfrentamos una encrucijada ambiental que involucra la gestión inadecuada de residuos tecnológicos. A pesar de la clara conciencia sobre los riesgos que estos desechos representan para la salud humana y el medio ambiente, nos encontramos en un punto muerto en la toma de decisiones concretas para abordar este problema apremiante. Una de las principales razones detrás de esta parálisis es la falta generalizada de conciencia pública sobre la magnitud y la urgencia de este asunto. Muchas personas no comprenden completamente los peligros que los residuos tecnológicos plantean para nuestro entorno y nuestra salud. Sin una comprensión plena, la movilización y la presión pública para exigir cambios significativos son limitadas.

No obstante, los autores Tucho, Vicente, García (2017), llevan un poco más allá la discusión al abarcar este tipo de problemáticas de una manera en que buscan como las industrias 4.0 deben de actuar y como el entorno debe de responder en cuanto estos desechos, pero es considerado decir que es importante una buena ejecución de las ideas proporcionadas ya que no todo el mundo es consciente de las perjudicaciones de estos elementos como lo son los residuos tecnológicos. Es fundamental que las personas comprendan plenamente los peligros asociados con los residuos tecnológicos para poder generar una movilización efectiva y ejercer presión sobre las autoridades y la industria 4.0. Solo con una comprensión completa

y una acción coordinada se pueden implementar medidas concretas para abordar este desafío ambiental crítico y proteger nuestro entorno y nuestra salud.

8.3 Recomendaciones

Es esencial reconocer la relevancia de esta investigación en el contexto actual, dado que la manipulación de los residuos tecnológicos constituye un problema con grandes impactos negativos en la sociedad. Asimismo, es necesario tomar en cuenta las limitaciones que ha presentado este estudio en su proceso de investigación, con el fin de que investigaciones futuras puedan enriquecer su comprensión y explorar y analizar las posibles direcciones a seguir.

Como primera limitación se identifica la falta de profundización en ciertos aspectos claves relacionados a la adecuada gestión de los residuos tecnológicos. Aunque se determinaron varios aspectos importantes, se recomienda una mayor profundización en cada uno de los objetivos específicos para obtener una comprensión más detallada de los procesos y prácticas involucradas.

En segundo lugar, se evidenció la limitación con respecto al enfoque exclusivamente empresarial, el estudio se centró únicamente en las empresas tecnológicas, lo cual podría restringir y acortar indudablemente una comprensión global de la gestión de residuos tecnológicos.

Otra limitación fue la variabilidad geográfica, ya que las prácticas y desafíos en la gestión de residuos tecnológicos pueden variar significativamente según la región. Las futuras investigaciones deberán de considerar la influencia de factores geográficos en este ámbito para obtener mejores resultados.

Por último, se tiene la carencia de un estudio de caso, no tener un estudio en una empresa tecnológica real limita el análisis más detallado a nivel empresarial, habrá pocos datos acerca del cómo estas implementan tecnologías 4.0 en sus cadenas productivas y gestionan sus residuos.

Ya teniendo en cuenta estas limitaciones, se plantea que se pueden realizar futuras investigaciones que pongan como foco los estudios de caso detallados en empresas tecnológicas o no tecnológicas, para analizar en profundidad cómo están implementando tecnologías 4.0 en su cadena productiva y gestión de residuos, y cómo este manejo impacta económicamente y socialmente, incluyendo la creación de empleo, el ahorro de recursos y la mejora de la calidad de vida de las comunidades locales.

Por otro lado, también podrían examinar estrategias efectivas de educación y concientización para fomentar prácticas responsables por parte de los consumidores en la disposición de sus dispositivos tecnológicos al final de su vida útil, e investigar el papel de las políticas públicas y las regulaciones en la gestión de residuos tecnológicos y analizar cómo estas pueden fomentar prácticas más sostenibles.

Como ya se mencionó anteriormente estas recomendaciones proporcionarán un camino hacia futuras investigaciones que pueden enriquecer la comprensión de la gestión sostenible de residuos tecnológicos en la era de las tecnologías 4.0.

8.4 Conclusiones

- Las empresas tecnológicas deben ser más conscientes de su responsabilidad ambiental, la baja tasa de reciclaje y la generación constante de nuevos desechos plantean un desafío ambiental significativo, estas empresas deben brindarle la importancia al adecuado manejo de los productos tecnológicos al finalizar su vida útil, esto es crucial para mitigar los efectos negativos, que cada vez son mayores en el medio ambiente.

- Las personas cada vez están siendo más dependientes de la tecnología, esto ha ocasionado una mayor producción de productos tecnológicos y así una mayor preocupación sobre el impacto ambiental. El manejo inadecuado de estos productos por parte de los clientes y/o usuarios contribuye a graves consecuencias ambientales.
- Las tecnologías 4.0 pueden aportar y transformar a la cadena productiva de las empresas tecnológicas, permitiendo una gestión más eficiente y sostenible de los recursos. La aplicación de estas tecnologías puede ayudar a reducir el impacto ambiental en la producción de productos tecnológicos, lo que a su vez permitiría la reducción de desechos tecnológicos y el inadecuado manejo de estos.
- La rápida obsolescencia de los productos tecnológicos y la acumulación de residuos electrónicos, son una amenaza para el medio ambiente debido a las sustancias tóxicas que contienen, como plomo, cadmio y berilio, que al interactuar con el aire y el suelo causan daños tanto ambientales como de salud significativos.
- Si bien las tecnologías 4.0 ofrece ventajas, estas también implican desafíos financieros considerables para las organizaciones tecnológicas, incluida la inversión inicial en software, hardware y formación del personal. Superar estos desafíos es fundamental para la implementación exitosa de la tecnología 4.0.
- La investigación permitió comprender y analizar los grandes retos que tienen las empresas tecnológicas frente al tema de sostenibilidad, desde su transformación en la cadena productiva hasta la concientización de sus clientes, quienes cada vez son más exigentes, pero con menos conocimiento del manejo adecuado de sus equipos al terminar su vida útil.
- Es fundamental adoptar prácticas de sostenibilidad para reducir la generación de residuos tecnológicos y mejorar el manejo de los mismos al final de su vida útil. Esto implica la

implementación de tecnologías más amigables con el medio ambiente y la promoción de reciclaje y reutilización.

REFERENCIAS

- al, D. P. (2022). *Recorridos óptimos para la recolección de residuos tecnológicos: Recuperación de metales y disminución en al emisión de gases.*
- Aygün, M. R. (2020-2021). *Universidad Politecnica de Valencia*. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/175620/Aygun%20-%20EVOLUCION%20DE%20LA%20RELACION%20ENTRE%20LA%20ESTRATEGIA%20DE%20CADENA%20DE%20SUMINISTRO%20Y%20ESTRATEGIA%20EMPRESA....pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Azabache, A., & al, e. (2022). *APPLE INC*. Lima.
- Baldé et al., C. (2015). *The global e-waste monitor*. Bonn, Germany: United Nations University, IAS – SCYCLE.
- Buenrostro, H. (2 de febrero de 2022). *scielo*. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-80642022000100302
- Cabrera, M. M. (2010). *Introducción a las fuentes de información*.
- Cajamarca, D. I. (2022). Basura tecnologica, contaminante ambiental silenciosa del siglo XXI causas y repercusiones. *Ciencias Técnicas y Aplicadas*, 19.
- Corcoran, P., & Andrae, A. (2013). Emerging Trends in Electricity Consumption for Consumer ICT. *National University of Ireland*.
- Cruz, & al, e. (2013). Hábitos y prácticas de consumo de teléfonos celulares en México y España.
- Cruz, J. A. (2018). La e-waste en México: otro problema para el medio ambiente del país. *RECI*, 12.

- Cruz, J. A. (2022). *Dspace*. Obtenido de
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/23333/1/UPS-GT003945.pdf>
- Cyranek, G. (s.f.). *UNESCO*. Obtenido de
https://unesdoc.unesco.org/in/documentViewer.xhtml?v=2.1.196&id=p::usmarcdef_0000190020&file=/in/rest/annotationSVC/DownloadWatermarkedAttachment/attach_import_1104a8f5-f048-4e10-8792-16bc5c57c69a%3F_%3D190020spa.pdf&locale=es&multi=true&ark=/ark:/48223/p
- Diana Pérez, D. P. (2021). *Recolección de Residuos Tecnológicos aplicando Metaheurísticas*. Argentina: Universidad Nacional de la Patagonia Austral.
- Escalona, E. (2014). Daños a la salud por mala disposición de residuales sólidos y líquidos en Dili , Timor Leste. *Revista Cubana de Higiene y Epidermiología*, vol 52 no.2.
- Escobar, N. R. (2017). *repository*. Obtenido de
<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/10668/Nancy%20Rocio%20Espinosa%20Escobar-2017.pdf?sequence=1>
- Espinosa Pérez, A., & Peralta Miranda, P. (Enero de 2019). *unisimon*. Obtenido de
https://bonga.unisimon.edu.co/bitstream/handle/20.500.12442/6334/Comportamiento_%20consumidor_manejo_Resiuos_El%C3%A9ctricos.pdf?sequence=5&isAllowed=y#page=64
- Fariñas, J. C., & López, A. (2006). *LAS EMPRESAS PEQUEÑAS DE BASE TECNOLÓGICA EN ESPAÑA: DELIMITACIÓN, EVOLUCIÓN Y CARACTERÍSTICAS*. Madrid: Dirección General de Política de la PYME.
- Fernandez, G. (2018). La cara oculta de la sociedad. *Chasqui. Revista Latinoamericana de Comunicación*, pp. 43-60.
- Fuentes-Gavilánez, L. S., & Erazo-Castillo, J. J. (2023). Retos, estrategias y aplicación de Business Intelligence en la Industria 4.0 para empresas y organizaciones. *Dominio de las ciencias*, 468 - 479.
- Fúquene, C. E. (2007). *Producción limpia, contaminación y gestión ambiental*. Bogotá: Editorial Pontificia Universidad Javeriana.

- García, J. L. (2022). RIESGOS EN LA SALUD CAUSADOS POR LOS CONTAMINANTES DE LOS DESECHOS TECNOLÓGICOS. *ALEMA-Pentaciencias*, 14.
- García, L. G. (2022). RIESGOS EN LA SALUD CAUSADOS POR LOS CONTAMINANTES DE LOS DESECHOS TECNOLÓGICOS. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*, Pág 84-97.
- Guerra, J. B. (2015). *Estado de gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en Colombia atendiendo al marco de convenios, acuerdos y estrategias de gestión en el contexto internacional*. Bogotá.
- Gutiérrez et al. (2022). Riesgos en la salud causados por los contaminantes de los desechos tecnológicos. *Pentaciencias Vol.4, Núm. 1*, 84-97.
- Hernández, F. B. (2014). *Metodología de la investigación*. México D.F.
- Ionescu, R. (2022). E-waste management in emerging markets. *Revista Estrategia Organizacional, Vol. 11*, , 49-64.
- Kuehr, R., & Williams, E. (2003). *Computers and the Environment - An Introduction to Understanding and Managing their Impacts*. Kluwer Academic Publishers and United Nations University.
- Lattazano, S. (2022). *Minería urbana : recuperación de materiales a partir de desechos electrónicos*. Uruguay : Universidad de la República.
- Leiva, J. C. (2021). *Desechos electrónicos: gestión de su valor oculto*. Bogotá: Universidad ECCI.
- López, G. B. (2021). Automatización de procesos industriales mediante Industria 4.0. *Alfa publicaciones* , 85.
- Ma, T. (2009). China and Congo's Coltan Connection. *Project 2049 Institute*.
- Martín, & Correia. (2004). Potencial impacto ambiental de la disposición final de baterías usadas de teléfonos celulares en vertederos municipales.
- Molina, M., & De San Benito, D. (2010). *Dialnet*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3633945>
- Morales, H. (2018). Buenas prácticas para el destino final de los. *Realidad Reflexion*, 1-9.

- Mora-Sánchez, D., & Guerrero-Marín, L. (2020). Industria 4.0: el reto en la ruta hacia las organizaciones digitales. *Estudios de la gestión*, 192-214.
- Mora-Sánchez, D., & Guerrero-Marín, L. (2020). Industria 4.0: el reto en la ruta hacia las organizaciones digitales. *Estudios de la gestión*, 192 - 214.
- Oficina asesora de planeación y estudios sectoriales. (2019). *Colombiatic*. Obtenido de https://colombiatic.mintic.gov.co/679/articles-124767_recurso_1.pdf
- Pérez, D. (2022). *Recorridos óptimos para la recolección de residuos tecnológicos Recuperación de metales y disminución en la emisión de gases*.
- Perez, M. E. (2019). *Residuos Electronicos Y electricos*. Barranquilla: Ediciones Universidad Simon Bolivar .
- Pérez, P. P.-A. (2019). *Residuos electricos y electronicos en la costa Caribe Colombiana*. Colombia : Universidad Simón Bolívar .
- Polgreen, L. (11 de 15 de 2008). Congo's Riches, Looted by Renegade Troops. *The New York Times*.
- Prince, A. (2010). Manejo Responsable de los Residuos Tecnológicos. *USAID*, 5.
- Rendón. (2018). *Scielo*. Obtenido de Educación para el desarrollo sostenible: acercamientos desde una perspectiva colombiana1: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-04552018000200133#fn1
- Rojas, V. M. (2011). *Metodología de la investigación*. Bogotá.
- SALUD, I. A. M. A. Y. (2022). *LOS DESECHOS TECNOLOGICOS Y SU IMPACTO AL MEDIO AMBIENTE Y SALUD DE LA COMUNIDAD*. Ecuador: Casa Editora del Polo.
- Sebastián, M. (2019). *Dialnet*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7006997>
- Sebastian, M. (2019). *Transición verde y política industrial*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7006997>

Silva, L. E. (2017). Business Intelligence: un balance para su implementación. *INNOVAG / Número 3*, 27.

Silva, U. (2009). *Gestión de residuos electrónicos*. Santiago: Ediciones Sur.

Tucho et al., F. (2017). La cara oculta de la sociedad de la información: el impacto medioambiental de la producción, el consumo y los residuos tecnológicos. *Chasqui. Revista Latinoamericana de Comunicación*, núm. 136, 43-59.

UNITAR. (2020). *The Global E-waste Monitor 2020*.

Vega, O. A. (2012). *Dialnet*. Obtenido de file:///C:/Users/000440133/Downloads/Dialnet-EfectosColateralesDeLaObsolescenciaTecnologica-4222752%20(1).pdf