



ECONOMÍA CIRCULAR COMO BASE DE LA SUSTENTABILIDAD EMPRESARIAL

CIRCULAR ECONOMY AS A BASIS FOR CORPORATE SUSTAINABILITY

MSc. Edwing Rolando Soria Flores¹, MSc. Janeth Carolina Cabascango Jaramillo², MSc. Cristina Jaqueline Villegas Estévez³, MSc. Álvaro René Pérez González⁴

Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ciencias Administrativas y Económicas, Ibarra, Ecuador

1. Email: ersoria@utn.edu.ec ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7998-7623>
2. Email: jccabascango@utn.edu.ec ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2207-2577>
3. Email: cjvillegas@utn.edu.ec ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7780-6414>
4. Email: arperez@utn.edu.ec ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4618-6969>

Recibido: 01/18/2023 Aceptado: 15/04/2023

Para Citar: Soria Flores, E. R., Cabascango Jaramillo, J. C., Villegas Estévez, C. J., & Pérez González, Álvaro R. (2023). Economía circular como base de la sustentabilidad empresarial. *Revista Publicando*, 10(38), 1-13. <https://doi.org/10.51528/rp.vol10.id2358>

Resumen:

El mundo está al borde del colapso, tanto en el agotamiento de materias primas como el aumento de la contaminación producto de los desechos producidos por la humanidad. El modelo de economía lineal actual posibilita que en el mediano o corto plazo se produzca el colapso de la economía, el medio ambiente y por ende, de la sociedad, lo que traerá como consecuencia lógica el posible fin de la humanidad. Unas relaciones económicas basadas en un modelo de Economía Circular de aprovechamiento y reutilización de los productos, eliminando en la mayor cantidad posible los desechos evitaría el destino predicho según el antiguo modelo económico. Para tratar de analizar esto se realizó una revisión bibliográfica de artículos científicos, libros y revistas de corriente principal que tratan el tema y ejemplifican los pasos que se están dando en la implementación de economías circulares aplicadas a diferentes ramas del proceso productivo. El presente trabajo es, por tanto, la realización de una búsqueda bibliográfica actualizada de artículos y trabajos especializados que acerquen el tema de la Economía Circular a su manifestación como base de la sustentabilidad empresarial y, por ende, de las economías de los países, especialmente en el área de las naciones subdesarrolladas en función de la disponibilidad de recursos materiales y su agotamiento sostenido.

Palabras clave: Economía circular; reciclaje; reutilización; residuos; medio ambiente.

Abstract:

The world is on the verge of collapse, both in terms of the depletion of raw materials and the increase in pollution caused by the waste produced by humanity. The current linear economy model makes it possible that in the medium or short term, the collapse of the economy, the environment, and, therefore, of society will occur, bringing the possible end of humanity as a logical consequence. Economic relations based on a Circular Economy model of use and reuse of products, eliminating as much waste as possible, would avoid the fate predicted by the old economic model. To try to analyze this, we conducted a bibliographic review of scientific articles, books, and mainstream journals that deal with the subject exemplifying the steps being taken in implementing circular economies applied to different branches of the productive process. The present work is, therefore, the realization of an updated bibliographic search of articles and specialized pieces that bring the topic of circular economy closer to its manifestation as a basis for business sustainability and, therefore, for the economies of countries, especially in the area of underdeveloped nations according to the availability of material resources and their sustained depletion.

Keywords: Circular economy; recycling; reuse; waste; environment.



INTRODUCCIÓN

La sociedad actual y su acelerado ritmo de crecimiento, desarrollo y, por ende, consumo de recursos está generando innumerables conflictos tanto en temas sociales, políticos, como medioambientales, que están acercando cada vez más el punto de no retorno del planeta en cuanto a su deterioro. Según Vélez (1981) las crisis cíclicas del capitalismo comúnmente han sido superadas basándose en la extracción del cuantioso excedente económico de los países del Tercer Mundo, a través de relaciones económicas desiguales y producto de la explotación de los mercados internos de estas economías subdesarrolladas.

Lo anterior está demostrando cabalmente que el modelo utilizado en la actualidad por todos los países del mundo, basado en la producción y consumo desmesurado de bienes materiales, está generando problemas ambientales serios y provocando desgastes de tierras y campos, así como otros factores que aceleran el deterioro de la biodiversidad del planeta y provocarán, ya a corto o mediano plazo, rebasar la capacidad del planeta de sostener y proveer de recursos a la raza humana (Geissdoerfer et al., 2017).

El modelo lineal actual se basa fundamentalmente en la producción de bienes o materias primas, su distribución en todo el mundo, su utilización y por último su desecho, en la mayoría de los casos sin posibilidades de ser reutilizados (Esposito et al., 2018) lo que plantea un desafío al desarrollo sostenible. En contraposición a este surge el término de Economía Circular, planteado como un modelo económico sostenible. Su origen se remonta a la década del 1970, cuando se introdujeron por parte de Stahel y Reday enfoques conceptuales basados en una “economía de bucle” en función de la eficiencia en el uso de los recursos así como las oportunidades de

vínculos económicos y el proceso de la desmaterialización de la economía industrial (Atiku, 2020). Recientemente, la economía circular ha recibido mucha atención por parte de los formuladores de políticas, investigadores y profesionales en todo el mundo como una forma de promover los objetivos de desarrollo sostenible.

MATERIALES Y MÉTODOS

El aporte teórico del estudio realizado ha sido respaldado por la búsqueda bibliográfica realizada en las bases de datos de Redalyc, Scielo, Scopus, Latindex, Google Académico, y Microsoft Academic Search, de las cuales se han recopilado artículos y publicaciones diversas de revistas de primera línea en idioma español e inglés. Se realizó una selección basándose en la actualidad de dichos artículos y publicaciones, así como de su vinculación al tema objeto de este trabajo, tratando de abarcar diferentes ramas empresariales en las cuales se ha introducido o estudiado la introducción de la Economía Circular y su impacto producto de su implementación.

RESULTADOS

En su artículo, Morocho (2018) hace un análisis de la Economía Circular en su impacto en el sector productivo tanto a nivel mundial como al ámbito económico ecuatoriano, e investiga acerca de los principales países que están tomando medidas en contra de la tendencia de las empresas que día a día incrementan los productos que promueven el consumo, con la consiguiente generación de residuos destinados a la contaminación ambiental sin que los mismos reciban un posterior tratamiento que minimice su impacto medioambiental.



Según el autor, mantener una mentalidad orientada al consumo, directamente relacionada con un sistema productivo lineal que determina el modelo económico tradicional de "tomar-hacer-disponer" conlleva a, en un futuro no muy lejano, una gran escasez de recursos naturales, por lo que se hace necesario implementar nuevas estrategias a fin de lograr un desarrollo sostenible, todo esto basado en las llamadas "producciones limpias", pensamiento industrial y modernización ecológica.

Las cifras expuestas por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos Ecuador (INEC) en el 2014 demuestran el alto índice de residuos sólidos recolectados diariamente, con un total de 11 203.24 toneladas diarias. Cada ciudadano en el sector urbano como promedio producía 0.57 kilogramos diarios de desechos, y en la región insular era inclusive más alto: 0.72 kilogramos. Además, en cuanto al destino final de los residuos, estos se desechaban en rellenos sanitarios, botaderos controlados, a cielo abierto y en celdas emergentes lo que puede explicar la necesidad de proyectos de Economía Circular dentro del país para poder sobrellevar esta cantidad de desperdicios y reducir el impacto ecológico de los mismos.

Actualmente en Ecuador existen recicladores de base que recuperan más del 50% de todo el material que se recicla. Anualmente en el país se generan alrededor de 245 000 toneladas de basura de las que se recuperan y reciclan 122 500 toneladas. Esto garantiza materias primas para la industria nacional, lo que trae consigo mejoras y oportunidades en el mercado laboral, dinamiza la economía y alarga el uso y la vida útil de los sitios de vertimiento y depósito final de los desechos sólidos.

El autor hace referencia al trabajo de Alcubilla, (2015) el que señala una serie de características

que deben abarcar las economías circulares, a saber:

- Lograr diseños que no generen residuos entendiéndose la reutilización o adaptación para otro uso después del desmontaje, no implica el concepto actual de reciclaje, donde disminuye la calidad del producto y este vuelve al proceso como materia prima.
- Aumentar el índice de resiliencia al aumentar las conexiones y relaciones entre los diferentes sistemas.
- Deben hacer un uso fundamental de la energía de fuentes renovables.
- Debe existir un pensamiento de sistema, que las partes componentes del mismo funcionen como un todo y tengan retroalimentación entre ellas a manera de ciclo cerrado
- Debe existir un pensamiento en cascada que permita extraer valor adicional de los productos y materiales mediante su paso en cascada por otras aplicaciones.

Con todo lo anterior, el autor finaliza su artículo refiriendo la existencia en Ecuador de los medios necesarios para que este país sea capaz de sobresalir en el ámbito de la región de las Américas basando su desarrollo en una Economía Circular. Es necesario, por tanto, promover el impulso de las claves antes expuestas. Para lograr esto se hace necesario brindar incentivos a las empresas para que las mismas vayan creando un entorno basado en la sustentabilidad de sus producciones y servicios, así como la implementación de leyes que se encarguen de regular los métodos de producción establecidos y el tratamiento actual de los desperdicios y desechos ya sean, sólidos, líquidos o gaseosos.

En su artículo, los autores Córdova-Preciado et al. (2021)



refieren un interesante análisis acerca del estado de implementación de las economías circulares en México, en el cual según reportes del 2019 se genera más de 44 millones de toneladas anuales de residuos, con una tendencia creciente y pronóstico de alcanzar en el 2030 la cifra de 65 millones de toneladas anuales.

Aunque existe un apartado dedicado al desarrollo sustentable en el Plan Nacional de Desarrollo del 2019 al 2024, en el mismo no se menciona nada relacionado con el plan de acción para lograr este propósito. Sin embargo, a finales del 2019 se ha lanzado una iniciativa de confección de la Ley General de la Economía Circular para México con el fin de lograr un marco normativo para la utilización de los recursos naturales, económicos y humanos de forma eficaz, acercando el propósito de pasar de una economía lineal a una economía circular. Aunque la iniciativa aún no es aceptada, se continúa enriqueciendo para su aprobación. En ella se tiene en cuenta de forma clara los temas de materias primas de segundo uso y los residuos, también se habla sobre desincentivar la elección de productos que se fabriquen con materias primas difíciles o imposibles de reciclar, la creación de planes y estrategias educativas en temas relativos a la economía circular además de los instrumentos de control y manejo de la EC que deberían establecerse, así como sus organismos operadores.

No obstante, algunas compañías y empresas han incluido entre sus planes de desarrollo la implementación del modelo de economía circular al innovar y desarrollar formas de reutilizar y reducir los desechos y se encuentran realizando ajustes en sus productos e innovando en sus procesos con el objetivo de ser una empresa socialmente responsable y reducir su impacto ambiental, Por ejemplo:

- El Grupo Bimbo aplica tres etapas en su cadena de valor al introducir diseños amigables con el medio

ambiente en sus empaques, promover el regreso y reciclaje de los contenedores en colaboración con sus proveedores y el propósito y logro de la reducción de los desperdicios generados por sus plantas de fabricación.

- La compañía Heineken México se adhiere al programa “Circular Economy 100” de la fundación Ellen MacArthur al ser la primera empresa en el país en utilizar las energías renovables en la producción de cebada.
- La empresa Jumex mantiene una colaboración estrecha con una empresa que se dedica a la distribución sostenible con el uso de tarimas reutilizables.
- La empresa Tajín desarrolló e implementó un envase elaborado a base de plástico 100% reciclado.

En el ámbito gubernamental la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales ha lanzado el programa “Cero Residuos” aplicando en el mismo un enfoque de economía circular para una gestión sustentable con modelos de jerarquía de residuos que pretende aprovechar los recursos a través de bancos de materiales para su reciclaje.

Koszewska, (2018) en su artículo analiza ejemplos de la industria de la confección textil y de la ropa para identificar y evaluar los desafíos que enfrentan estas ramas en la adaptación al modelo de economía circular. En la Unión Europea específicamente se está gestando una apertura hacia este tipo de economía a través de nuevas regulaciones que se van incorporando para ir formando un marco propicio a la transición, sin embargo, al no existir aún un enfoque estandarizado para crear una economía circular se deben ir adaptando las políticas a las industrias según sus particularidades. Los límites del actual modelo económico lineal (tomar-hacer-desechar) son extremadamente evidentes cuando



se realiza un análisis de la industria textil y la confección de ropa en el mundo moderno.

Según comenta la autora, en la industria manufacturera europea juega un papel importante la producción de textiles y prendas de vestir al punto de que en el año 2016 un total de 177 700 empresas de confección y textiles que agrupan a 1.7 millones de trabajadores invirtieron 4 800 millones de euros y lograron facturar más de 171 mil millones de euros. Con estos números se evidencia la magnitud de la influencia de esta industria en la Unión Europea y por consiguiente el tremendo daño que pueden y provocan al medio ambiente.

Los problemas medioambientales de esta industria de forma general están asociados al uso de energía, gasto de agua, utilización de productos químicos agresivos, emisión de CO₂ a la atmósfera y generación de importantes volúmenes de desechos sólidos. Relacionados estos con los ciclos de vida de producto y sus etapas más impactantes se podrían señalar:

- Consumo de energía: Relacionado con la producción de fibras sintéticas, fabricación de hilados, procesos de acabado, lavado y secado de ropa en la fase de uso.
- Consumo de agua y productos químicos: utilizados fundamentalmente en el crecimiento de fibras, pretratamiento húmedo, teñido, acabado y lavado.
- Residuo sólido: Principalmente debido a la eliminación de productos al final de su vida útil.
- Emisiones directas de CO₂: Vinculadas al transporte dentro de la cadena de suministros a nivel mundial.

Todo lo anterior describe las tendencias que exponen los límites del presente modelo económico lineal y explica por qué los esfuerzos deben ser hechos para moverse hacia la economía circular. La velocidad y la escala de

transición hacia este dependen en máxima medida del conocimiento, la conciencia y el compromiso al que deben someterse todos los actores del mercado. Aquí debe cumplirse a todo lo largo del ciclo de vida del producto el concepto de las 3R (reducir, reutilizar y reciclar) traduciéndose esto específicamente en el ramo de la producción textil y las confecciones a la reducción de consumo de materiales y por ende de intensidad energética, lograr además una menor dispersión de sustancias nocivas, una mejora sustancial de la capacidad de reciclar, la maximización de los recursos renovables, la extensión de la durabilidad del producto y el aumento de la intensidad del servicio de estos.

Para la aceleración de la implementación de economías circulares en el marco del desarrollo europeo diversas instituciones (academias de investigaciones, ONG, sectores del gobierno, etc.) han intensificado sus esfuerzos encaminados a desarrollar soluciones a través de proyectos y programas de investigación, a fin de introducir nuevos modelos de negocio y tecnologías, lo que ya está repercutiendo en la aparición de empresas dedicadas exclusivamente a este fin o aportando resultados en la cadena de la economía circular. Por citar pocos ejemplos:

- La empresa de reciclaje BIONIC utiliza tecnologías muy innovadoras para transformación de plásticos reciclados, con la creación de un polímero fabricado a partir de recuperación de plásticos contaminantes de mares y costas, y estima que en tres años ha sacado de las costas de todo el mundo alrededor de 7 millones de botellas que son utilizadas para producir hilo.
- La empresa de moda y diseño TONLE utiliza en el diseño de su ropa los textiles sobrantes que normalmente, en el orden del 11%, desechan los grandes fabricantes debido al corte ineficiente de los



patrones, lo que ha dado como resultado que en el 2014 logró utilizar 10 toneladas de textiles de relleno sanitario. Todo el consumo de tela de la empresa se basó en un 90% de textiles residuos de preconsumo y un 10% de componentes reciclados de los residuos de las prendas de vestir.

- La marca H&M, asociada a I:CO, empresa dedicada a la reutilización de ropa y calzado, recibe en Alemania de 25 a 30 camiones de ropa, y tiene instalaciones similares en EEUU y la India. En el 2016 logró recaudar casi 16 000 toneladas de prendas de ropa lo que repercutió positivamente en las reacciones de las clientes manifestadas a través de la información brindada por las propias tiendas.

En el caso de George et al. (2015), los autores presentan en su estudio un modelo teórico incorporando el concepto de actividades económicas circulares. Basaron sus estudios en construir teóricamente dos modelos de economía con dos tipos de recursos: un insumo contaminante y un insumo reciclable con vistas a analizar su influencia en el crecimiento de la economía.

Para este trabajo, los autores consideraron como base una economía cerrada con crecimiento poblacional cero. Este diseño se concibe de esta manera para centrarse específicamente en los problemas del reciclaje y la contaminación, sin que intervenga, en función de la manejabilidad del estudio, la acumulación de capital y el progreso técnico. Por otro lado, contrastaron los resultados obtenidos con el Modelo Ecológico de Solow (Green Solow Model) el cual tiene incorporados elementos tales como tecnología, contaminación y costo de abatimiento de la contaminación (Brock & Taylor, 2010) y establece la Curva Ambiental de Kusnets (EKC) como un subproducto necesario de la convergencia a un camino de crecimiento sostenible.

Los resultados del estudio de los autores indican que

aquellos factores de tienen influencia en el crecimiento económico afectan el producto marginal del insumo reciclable, la tasa de reciclaje y el costo de utilizar insumo contaminante en el medio ambiente. Sus análisis muestran que la calidad ambiental no puede mejorarse o mantenerse a través del crecimiento económico, en cambio puede lograrse una mejora significativa a través del aumento de la tasa de auto renovación ambiental o la relación de reciclaje.

Grupta et al. (2019) desarrollan un caso de economía circular donde se utiliza el análisis de Big Data como base fundamental para realizar la toma de decisiones a través de informaciones basadas en datos en las redes de la cadena de suministro que respaldan la Economía Circular.

La terminología Big Data ha tenido un auge muy marcado en el mundo empresarial y sus relaciones dado el enorme volumen de datos que se generan y almacenan constantemente en forma virtual y su función efectiva está dada a partir del análisis y las percepciones posteriores que se generan de estos

El Big data está caracterizado por la generación y obtención de datos consolidados y completos originados de diferentes fuentes y disponibles en tiempo real según De Mauro et al. (2015) que ha ido en aumento creciente desde la primera década de los años 2000 contribuyendo a su auge y distribución la creación de mejores y más eficientes dispositivos de almacenamiento, análisis y distribución de la información. El análisis del Big Data tiene un enfoque que permite, al obtener y analizar los datos, generar una tremenda cantidad de oportunidades de conocimientos únicos y fiables, ayudando a la toma de decisiones en las complejas actividades económicas que se generan producto de la aplicación de modelos de Economía Circular. Estos análisis pueden tener un



impacto positivo en áreas tales como las de producción diaria, intervenciones a nivel del proceso de diseño, desempeño de mano de obra, variabilidad del mantenimiento, salud, seguridad y entorno, estado de disponibilidad de materia prima, entre muchas otras.

Los autores argumentan que las asociaciones de colaboración entre todos los miembros de la cadena de suministro pueden afectar de manera positiva la implementación de la economía circular y proponen un modelo que destaca el papel facilitador del análisis del Big Data para lograr los objetivos de sostenibilidad compartidos en este modelo, el cual se basa en integrar categorías temáticas desarrolladas a partir de entrevistas semiestructuradas a ocupantes de puestos claves en la industria. La red de la cadena de suministro puede crear efectivamente una base para lograr el triple resultado económico, ecológico y beneficios sociales.

Este modelo propuesto tiene una gran utilidad a los gerentes de industrias ya que proporciona un punto de referencia a la hora de alinear actividades con el paradigma de la economía circular y además proporciona una base teórica para el futuro investigación empírica en este dominio.

Nascimento et al. (2018) hacen un interesante análisis acerca de cómo las tecnologías de la industria 4.0 pueden integrarse con las prácticas de la Economía Circular lo cual les permite proponer un modelo de negocio que permite reciclar residuos y entregar nuevos productos reduciendo de manera significativa el consumo de recursos y optimizar los recursos naturales.

Según Buisán y Valdés (2017) la industria 4.0 se refiere específicamente a la llamada Cuarta Revolución Industrial la cual está siendo actualmente impulsada por los avances en la transformación digital de la sociedad, al incorporar las nuevas tecnologías o habilidades digitales en la industria y se enfoca en una gran medida en la

interconectividad, el aprendizaje automático y la generación y análisis de altos volúmenes de datos en tiempo real (Big Data).

Los autores proponen un modelo de negocio el cual se puede utilizar para el reciclado de la chatarra electrónica, la integración de tecnologías web, la logística inversa y la fabricación aditiva con vistas a apoyar las prácticas relativas a la economía circular. Los resultados del estudio de su modelo sugieren un reforzamiento positivo de la sostenibilidad empresarial al reinsertar estos residuos antes señalados de nuevo en la cadena de suministro para reutilizarlos en la fabricación de otros productos bajo demanda.

Este modelo alienta al sistema a mantener fuera de los vertederos (al seguir recirculando en las diferentes capas de la cadena de suministro) a los materiales peligrosos que en alguna medida puedan amenazar o afectar gravemente la vida en los ecosistemas u océanos, tomando como referencia que la mayoría de los residuos urbanos están constituidos por materiales plásticos y hierro fundido, lo que deja un espacio abierto al aumento del reciclaje de chatarra y materiales similares. También promueve la cultura de reutilización, recolección y procesamiento con técnicas que permitan el uso de estos residuos en la confección de materias primas para la impresión 3D y la Industria 4.0. De esta manera, aquellas partes interesadas involucradas se centrarán en las partes técnicas del reciclaje y podrán dedicarse mejor a la investigación, desarrollo e innovación porque muchos de los procesos estarán automatizados.

Por otro lado, este modelo con inclusión de Industria 4.0 propicia el desarrollo de redes de empresas que contribuyen a la generación de empleos locales al dedicarse estas a recolectar, procesar, fabricar y vender productos basados en este modelo de economía,



maximizando el impacto de la reutilización de materiales peligrosos en la fabricación de nuevos productos, lo que minimiza el consumo de recursos y los impactos ambientales negativos.

En el caso de Cruz et al., (2019) plantean como objetivo de su investigación el análisis de la economía circular como una estrategia para manejar los desechos derivados de los aparatos eléctricos y electrónicos utilizando para ello un estudio que abarca las computadoras portátiles que son desechadas en una universidad de Perú.

La primera parte del estudio refiere a una propuesta de producto remanufacturado a base de economía circular, al examinar partes y piezas de las computadoras para conocer la potencialidad de ser recicladas.

Dado el crecimiento exponencial de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (Clarke et al., 2019) y en especial entre estos las computadoras, su gestión se ha convertido en uno de los problemas mundiales en el tratamiento de desechos peligrosos a partir de los materiales de los que consta: cadmio, plomo, mercurio, bifenilos policlorados y retardantes bromados, todo esto representando un riesgo considerable para los seres humanos y el medio ambiente si no se toman acciones para minimizarlos.

En el caso específico de las computadoras personales, aplicando una estrategia de economía circular basada en el criterio de la “Reparabilidad” estas pueden ser recuperadas debido a que las partes rotas se pueden imitar y reproducir o sustituir. Para este trabajo se tomó como referencia la compra y desecho de computadoras en una Universidad Estatal peruana y a estas últimas se le realizó un chequeo a partir de una lista de verificación por un grupo de expertos, los que determinaron que los elementos que más pueden ser reutilizados de las mismas son la placa del sistema, CPU y memoria RAM.

De 110 computadoras evaluadas por los expertos, el 90% eran completamente reutilizables en cuanto a estos tres principales elementos. Otros estudios similares avalan estos resultados al evidenciar los mismos criterios en cuanto a los elementos reutilizables lo que permite establecer una estrategia de fin de vida alargada.

En una segunda parte del estudio los autores plantean la investigación de una estrategia que busca sistematizar la recuperación de aparatos eléctricos y electrónicos al final de su vida útil para nuevos usuarios y para esto necesitaron identificar la percepción de la oferta de computadoras basadas en el concepto de economía circular.

Con vistas a esto realizaron una investigación utilizando métodos cuantitativos transversales a base de encuestas dirigidas a un grupo de 367 estudiantes con preguntas relacionadas a preferencias de tipos de equipos, necesidad de potencia de cómputo y uso de software, etc., además de correlacionar datos de dimensión socioeconómica, tales como nivel de ingresos, nivel de avance universitario, procedencia y carrera profesional en curso.

Como resultado de esta encuesta, se puso de manifiesto que existe una estrecha relación entre el nivel socioeconómico de los estudiantes encuestados y la aceptación de computadoras personales remanufacturadas, dadas las correlaciones significativas encontradas. Se puede concluir, por lo tanto, que la economía circular estudiada es una alternativa válida de gestión de desechos de partes y piezas de computadoras, por otro lado, se observó que existe una percepción positiva con respecto a este tipo de productos según las necesidades de cómputo de los usuarios.

Con esta investigación se pudieron establecer tres resultados fundamentales:

- El enfoque generado por el panel de expertos es una



herramienta útil para identificar los componentes que se pueden adicionar y ser reutilizados por la economía circular

- Existe una adecuada percepción de los consumidores con respecto a este tipo de producto
- Como resultado de la determinación de los dos puntos anteriores es posible establecer una propuesta de un centro de remanufacturado basado en el modelo de economía circular.

En el caso de Vidal (2016) se ofrece una visión general de cómo se comporta en el caso de la economía circular el estado tecnológico del sector del prefabricado y refiere algunas experiencias presentes que sirven de ejemplo para cumplir los objetivos que se impondrá en este tipo de modelo.

Es interesante destacar que la industria del prefabricado de hormigón presenta una serie de características que la hacen relativamente idónea en el cumplimiento de la mayoría de los principios que rigen el modelo de economía circular. Estas son: su gran durabilidad como estructuras, su menor mantenimiento a lo largo de su tiempo de uso y explotación, el uso eficiente de los recursos desde prácticamente la etapa del diseño y la alta reciclabilidad de sus materiales.

Sin embargo, la industria del prefabricado tiene ante sí el reto de seguir evolucionando a fin de sacar todo el potencial de estas características intrínsecas ya que a la par siguen surgiendo y mejorando otros materiales alternativos.

Los elementos prefabricados de hormigón son muy buenos ejemplos de economía circular aplicada a los materiales de construcción. A partir del 2005 es requisito obligatorio en la Unión Europea el marcado de estos elementos con las siglas CE, que ha impuesto altos estándares de control de calidad directamente en las

fábricas, lográndose la reducción de los desechos de entre un 10 y un 15 % a partir del control del proceso tanto de adquisición de la materia prima, como del proceso de fabricación, y preparación de envío. La pequeña proporción que se genera de residuos, tales como elementos rechazados por calidad, cortes de finales para ajuste de longitudes, etc., son acumulados y una vez con la cantidad suficiente sometidos a un proceso de tratamiento y reciclaje a partir de su trituración para esas mismas producciones. En el caso de los procesos de prefabricado de hormigón se llega a absorber prácticamente el 100% de los residuos generados por la industria para la producción de elementos no estructurales tales como baldosas, adoquines o bloques. Los residuos de estos elementos que se generan a pie de obra son aprovechados para el uso en rellenos y otras actividades de menor responsabilidad.

Por otro lado, algunas plantas de prefabricado están construyendo instalaciones que permiten la recogida de agua utilizada en el lavado de moldes y cubas de fundición de estructuras de hormigón para ser utilizadas de forma reciclada en un nuevo ciclo productivo. Además, estos moldes de fundición, generalmente metálicos, participan en el modelo circular ya que una vez concluida su vida útil pueden ser reparados y vueltos a introducir en el proceso productivo o en caso de no tener reparación, ser reciclados como chatarra.

Sobre temas de la Economía Circular relacionados con la industria alimentaria, Bergamini y Hilliard (2019) plantean que en el caso de esta industria, es uno de los sectores donde más se hace necesaria la transformación hacia la economía circular y sin embargo seguramente, según plantea Jurgilevich et al. (2016), será uno de los más difíciles en cuanto a su implementación ya que las tres etapas de su ciclo de vida están férreamente vinculadas a una economía lineal en cuanto a su producción, consumo y desechos, tanto de excedentes



como de residuos.

El proceso de producción de alimentos genera desde sus inicios en la humanidad grandes cantidades de desechos, y en la época moderna, además de estos, contaminantes que se incorporan al medio ambiente. Junto con esto se genera un importante desperdicio de alimentos que son aptos para el consumo humano y animal. Todo esto supera la capacidad del planeta de regenerar recursos y absorber estos desechos y contaminantes.

Junto con esta cadena de contaminación y desecho, el modelo agresivo de producción y consumo de alimentos genera además otros impactos asociados que provocan problemas sociales tales como la desnutrición o la obesidad, así como emisiones de efecto invernadero y degradación y pérdida de nutrientes de la tierra. Según Halloran et al. (2014) en el mundo moderno, basado en el modelo de producción alimenticia lineal se generan un promedio de seis camiones de comida desperdiciada por segundo, con más incidencia de este fenómeno en algunas regiones del mundo, por ejemplo Europa y Estados Unidos.

Por todo lo anterior, un modelo de economía circular alimentaria requiere la estrecha colaboración de todos los agentes implicados en la cadena, dígase, por ejemplo: clientes, cadenas de producción y distribución de alimentos, empresas dedicadas a la gestión de los residuos, etc. Además, la adopción de un pensamiento sistémico podría por ejemplo evitar el uso de envasado plástico si se pudiera garantizar el rápido tránsito de los productos perecederos desde el campo hasta los consumidores y evitar el riesgo de deterioro en ese proceso. Esto también traería como consecuencia positiva que el desecho generado por el consumo de estos productos podría ser utilizado sin ningún problema como base orgánica en los abonos al disminuir los índices de micro plásticos en ellos,

impulsando las industrias emergentes de manejo y gestión de residuos biológicos.

Por último, según plantean los autores, el modelo circular en la industria alimentaria podría mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero y lograr una disminución de los mismos en el orden de los cuatro mil millones de toneladas de CO₂, al mismo tiempo, se podría evitar la degradación de más de 15 millones de hectáreas de suelos potencialmente cultivables y se ahorrarían alrededor de 450 billones de litros de agua potable, todo esto junto a los miles de millones de dólares que se ahorrarían en materia de problemas de salud que son actualmente causados por el uso de pesticidas y degradación de la calidad del aire.

Zamora e Hinojosa, (2019) publican un artículo relacionado con la incidencia que puede tener una propuesta de economía circular en el manejo y explotación minera de complejos extractivos y procesadores de Plomo, Plata y Zinc al proveer este de un esquema de integral de manejo de tanto los residuos mineros que se generan en la explotación como de los residuos orgánicos y las aguas residuales que general los campamentos mineros. Por otro lado, este estudio plantea además el manejo posterior a la explotación de los suelos afectados por la minería, la disminución de los consumos de agua y energía en la operación extractiva, y por ende la disminución de los costos asociados al cierre ambiental de los sitios finales de disposición de desmontes y de relaves generados en la operación minera, todo lo cual redundaría en un claro beneficio económico, social y medioambiental para esta industria.

La propuesta de este estudio presenta una primera etapa que pasaría por la separación selectiva de los desmontes generados de la preparación de las áreas de explotación minera a cielo abierto en base a la posibilidad de generación de drenaje ácido de la roca, luego una



segunda etapa con la aplicación de desulfuración de los remanentes de las colas del proceso de flotación con vistas a ser utilizadas luego como cobertura seca en el cierre del sitio de desmonte una vez finalizada la vida de la cantera, la cual se mezclaría con el compost generado por los residuos sólidos y líquidos de la explotación de los comedores de los campamentos mineros.

CONCLUSIONES

Cada día se va haciendo más evidente que el manteniendo de una Economía Lineal, basada en el concepto de que todo lo que se produce o fabrica tiene un uso y más tarde un destino final que sale del ciclo productivo, provocará a mediano o inclusive corto plazo, para algunos productos o materias primas específicos, el agotamiento total y por ende el colapso de los sistemas económicos locales y globales, así como que también sumirá al planeta en el caos medioambiental y por ende se sucederán descalabros sociales con los consiguientes efectos asociados de hambrunas, agotamientos energéticos, aumento de las enfermedades y deterioro del nivel de vida global.

Solamente estableciendo modelos económicos que reviertan este proceso se podrá establecer un equilibrio entre los recursos existentes, su uso y su destino a lo largo de su vida útil, lo que redundará en el mejoramiento de la calidad de vida de la humanidad y expandirá el desarrollo económico social de los países.

El modelo de Economía Circular plantea en sus objetivos la complementariedad del cumplimiento de los tres aspectos fundamentales: ambientales, económicos y sociales.

En el presente artículo se ha realizado un compendio de diferentes ramas en las que se están estableciendo pasos para la introducción de la economía circular y algunos

proyectos teóricos de otras en las que pudiera aplicarse, con un inmediato beneficio económico, social y ambiental. Solamente con una actitud responsable, un comprometimiento de las grandes estructuras del estado y las empresas, así como la concientización de las masas consumidoras, se podrá lograr que la economía circular se convierta en la base del nuevo desarrollo de la humanidad y su proyección en un futuro sostenible y libre de contaminantes.



REFERENCIAS

- Alcubilla, L. (2015). De la economía lineal a la circular: un cambio necesario. *El País*. https://elpais.com/elpais/2015/10/30/alterconsumismo/1446190260_144619.html
- Atiku, S. O. (2020). Knowledge Management for the Circular Economy. In *Handbook of Research on Entrepreneurship Development and Opportunities in Circular Economy* (pp. 520–537). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-5116-5.ch027>
- Bergamini, T. P., & Hilliard, I. (2019). La Economía Circular en la Industria Alimentaria. *Dossieres EsF*, 35–40.
- Brock, W. A., & Taylor, M. S. (2010). The green Solow model. *Journal of Economic Growth*, 15(2), 127–153.
- Buisán, M., & Valdés, F. (2017). La industria conectada 4.0. *ICE La Economía Digital En España*, 898, 89–100.
- Clarke, C., Williams, I. D., & Turner, D. A. (2019). Evaluating the carbon footprint of WEEE management in the UK. *Resources, Conservation and Recycling*, 141, 465–473. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.10.003>
- Córdova-Preciado, M. L., Lizbeth Salgado-Beltrán, & Bravo-Díaz, B. (2021). Economía circular y su situación en México. *Indiciales*, 1(1), 25–37. <https://indiciales.unison.mx/index.php/Indicial/article/view/7>
- Cruz, J. F. O., Terrones, M. E. sangay, Puente, E. E. R. de la, & Silupu, W. M. C. (2019). Economía circular en residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. *Revista de Ciencias Sociales (RCS)*, 25(4), 196–208.
- De-Mauro, A., Greco, M., & Grimaldi, M. (2015). What is Big Data? A consensual definition and a review of key research topics. *AIP Conference Proceedings*, 1644(1), 97–104.
- Esposito, M., Tse, T., & Soufani, K. (2018). The circular economy: An opportunity for renewal, growth, and stability. *Thunderbird International Business Review*, 60(5), 725–728. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/tie.21912>
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N., & Hultink, E. J. (2017). The Circular Economy - A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757–768. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>
- George, D. A., Lin, B. C., & Chen, Y. (2015). A circular economy model of economic growth. *Environmental Modelling & Software*, 73, 60–63.
- Gupta, S., Chen, H., Hazen, B. T., & Kaur, S. (2019). Circular economy and big data analytics: A stakeholder perspective. *Technological Forecasting & Social Change*, 144, 466–474. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.06.030>
- Halloran, A., Clement, J., Kornum, N., Bucatariu, C., & Magid, J. (2014). Addressing food waste reduction in Denmark. *Food Policy*, 49, 294–301.
- Jurgilevich, A., Birge, T., Kentala-Lehtonen, J., Korhonen-Kurki, K., Pietikäinen, J., Saikku, L., & Schösler, H. (2016). Transition towards circular economy in the food system. *Sustainability*, 8(1), 69.



- Koszevska, M. (2018). Circular economy — challenges for the textile and clothing industry. *Autex Research Journal*, 18(4), 337–347.
- Morocho, F. R. A. (2018). La economía circular como factor de desarrollo sustentable del sector productivo. *INNOVA Research Journal*, 3(12), 78–98. [https://doi.org/https://doi.org/10.33890/innova.v3.n12.2018.786](https://doi.org/10.33890/innova.v3.n12.2018.786)
- Nascimento, D. L. ., Alencastro, V., Quelhas, O. L. ., Caiado, R. G. ., Garza-Reyes, J. A., & Tortorella, G. . (2018). Exploring industry 4.0 technologies to enable circular economy practices in a manufacturing context: a business model proposal. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 30(3), 1–174. <https://doi.org/10.1108/JMTM-03-2018-0071>
- Vélez, R. M. (1981). Crisis y crecimiento acelerado. Notas sobre el caso de México. *Investigación Económica*, 40(158), 13–36.
- Vidal, A. L. (2016). Economía circular en los prefabricados de hormigón: hacia el objetivo ‘cero residuos.’ *Revista Técnica Cemento Hormigón*, 976, 82–86.
- Zamora, G., & Hinojosa, O. (2019). Economía circular en minería – caso de estudio: producción minera de Concentrados de Pb-Ag-Zn en Bolivia. *Revista de Medio Ambiente Minero y Minería*, 4(1), 3–17.