



UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA DE
QUERÉTARO

Entidad Coordinadora

Entidad Financiadora

Entidad Editora

RITOMA

RED IBEROAMERICANA DE INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA
EN FABRICANTES DE MUEBLES

Economía circular y ecodiseño en la industria del mueble.



UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA DE
QUERÉTARO

Entidad Coordinadora

Entidad Financiadora

Entidad Editora

RITMMA
RED IBEROAMERICANA DE INVESTIGACIÓN Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA
EN FABRICACIÓN DE MUEBLES

Economía circular y ecodiseño en la industria del mueble.

Autores por Entidades Participantes

Colombia



Universidad del Atlántico

Hilda Estrada López
Elcira Solano Benavides

Universidad Sergio Arboleda

Nodo Barranquilla
Adriana Uribe Uran
Christian Carvajalino Pérez



Universidad Sergio Arboleda

Nodo Santa Marta
Gina Lindo Montañez
Marceliano Payares Ayola



Universidad Simón Bolívar

Hernán Saumett España
Adriana Cáceres Martelo

México

Universidad Autónoma de Querétaro

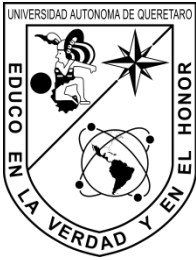
León Martín Cabello Cervantes
Josefina Morgan Beltrán
Elia Socorro Díaz Nieto



Universidad Autónoma Metropolitana (UAM)

Unidad Xochimilco
Graciela Carrillo González
Ángel Wilhelm Vázquez García
Sergio Solís Tepexpa





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO
Facultad de Contabilidad y Administración

Dra. Margarita Teresa de Jesús García Gasca
Rectora

Dr. Javier Ávila Morales
Secretario Académico

Dra. María Teresa García Besné
Secretaria de Extensión Universitaria

Dr. Martín Vivanco Vargas
Director de la Facultad de Contaduría y Administración

Dra. Josefina Morgan Beltrán
**Jefa de la División de Estudios de Posgrado e Investigación de la
Facultad de Contaduría y Administración**

Dr. León Martín Cabello Cervantes
Coordinador General del Campus Tequisquiapan

Dulce María del Mar Montiel Villafuerte
Diseño Editorial

© D.R. Universidad Autónoma de Querétaro
Centro Universitario, Cerro de las Campanas s/n,
Código postal 76010, Querétaro, Qro., México

La presente obra se encuentra protegida por la Ley Federal del Derecho de Autor y los tratados internacionales de la materia. Queda expresamente prohibida toda forma de reproducción, publicación o edición por cualquier medio, y en general todo aquello previsto en el artículo 27 de la citada ley, sin la autorización expresa y por escrito de los tenedores de los derechos patrimoniales.

ISBN: 978-607-513-516-8

Primera edición, Septiembre, de 2020

Hecho en México

Made in Mexico

PAGINA LEGAL

ECONOMÍA CIRCULAR Y ECODISEÑO EN LA INDUSTRIA DEL MUEBLE./ © León Cabello Cervantes - Josefina Morgan Beltrán - Elia Díaz Nieto - Hilda Estrada López - Hernán Saumett España - Adriana Cáceres Martelo - Adriana Uribe Uran - Christian Carvajalino Pérez - Elcira Solano Benavides - Graciela Carrillo González - Ángel Wilhelm Vázquez García - Sergio Solís Tepexpa - Gina Lindo Montañez - Marceliano Payares Yola.

Querétaro, Universidad Autónoma de Querétaro, 2020.

ISBN: 978-607-513-516-8

Nota: la presente publicación es resultado del proyecto de investigación Año 2 de la Red Iberoamericana de Innovación y Transferencia Tecnológica en Fabricantes de Muebles, RITMMA. Financiada por el Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, CYTED.

Editorial: Universidad Autónoma de Querétaro, México

Economía circular y ecodiseño en la industria del mueble.

- © León Cabello Cervantes - Josefina Morgan Beltrán - Elia Díaz Nieto - Hilda Estrada López - Hernán Saumett España - Adriana Cáceres Martelo - Adriana Uribe Uran - Christian Carvajalino Pérez - Elcira Solano Benavides - Graciela Carrillo González - Ángel Wilhelm Vázquez García - Sergio Solís Tepexpa - Gina Lindo Montañez - Marceliano Payares Yola.

Compiladores:

León Martín Cabello Cervantes

Hilda Helena Estrada López

Adriana Cáceres Martelo

Fani Fontalvo Torres (*Auxiliar de Investigación Universidad del Atlántico*)

Proceso de arbitraje doble ciego

Recepción: Septiembre de 2020

Evaluación de propuesta de obra: Septiembre de 2020

Evaluación de contenidos: Septiembre de 2020

Correcciones de autor: Septiembre de 2020

Aprobación: Septiembre de 2020

Tabla de Contenido

PRÓLOGO	11
INTRODUCCIÓN	14

CAPÍTULO I

INNOVACIÓN EN LA INDUSTRIA DEL MUEBLE	17
---------------------------------------------	----

Autores:

León Cabello Cervantes
Josefina Morgan Beltrán
Elia Díaz Nieto

Resumen	17
Introducción.....	18
Marco Teórico	19
Producción.....	19
Innovación	22
Situación de México y Latinoamérica en la industria del mueble en el mundo	26
Conclusión.....	29
Referencias	31

CAPÍTULO II

ELABORACIÓN DE PANELES CON LOS RESIDUOS DE FÁBRICAS DE MUEBLES DE MADERA.....	34
-------------------------------------------------------------------------------	----

Autores:

Hilda Estrada López
Hernán Saumett España
Adriana Cáceres Martelo

Resumen	34
Introducción.....	35
Perspectiva Teórica.....	38
Metodología.....	51
Resultados.....	54
Conclusión.....	57
Referencias	60

CAPÍTULO III

DISEÑO SOSTENIBLE Y ECONOMÍA CIRCULAR EN LA CADENA DE VALOR DEL MUEBLE.....	67
-----------------------------------------------------------------------------	----

Autores:

Adriana Uribe Uran
Christian Carvajalino Pérez
Elcira Solano Benavides

Resumen	67
Circular Economy, Sustainable Design, Value Chain, Environment, Furniture, Model.	69
Introducción.....	69
Metodología.....	71
Revisión de Literatura	72
Resultados y Discusión.....	76
Conclusiones.....	86
Referencias	90

CAPÍTULO IV

ECODISEÑO: ESTRATEGIA CLAVE PARA LA ECONOMÍA CIRCULAR EMPRESAS DEL SECTOR MUEBLERO	94
------------------------------------------------------------------------------------------	----

Autores:

Graciela Carrillo González
Ángel Wilhelm Vázquez García
Sergio Solís Tepexpa

Resumen	94
Introducción.....	96
Metodología.....	98
Resultados.....	101
Conclusiones.....	124
Referencias	125

CAPÍTULO V

AVANCES TECNOLÓGICOS EN APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA FABRICACIÓN DE PANELES, LÁMINAS Y TABLEROS COMO ESTRATEGIA DE ECONOMÍA CIRCULAR EN AMÉRICA LATINA	134
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

Autores:

Gina Lindo Montañez

Marceliano Payares-Ayola

Resumen	134
Introducción.....	136
Metodología.....	149
Resultados.....	150
Conclusiones.....	154
Referencias	156

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Industria del mueble en México	27
Tabla 2. Caracterización de la industria del mueble.....	29
Tabla 3. Tipo de residuo de la madera.....	44
Tabla 4. Utilización de los residuos de madera	45
Tabla 5. Impacto ambiental, coeficiente de emisión de CO2 y diseño de muebles por grupos de familia.	80
Tabla 6. Especificaciones variables y signos esperados de los modelos de impacto ambiental de muebles de madera donados.	82
Tabla 7. Modelo de Impacto ambiental total para muebles de maderas y muebles donados.	83
Tabla 8. Estrategias empresariales basadas en el ecodiseño.....	121
Tabla 9. Aprendizaje en Asia y Europa.	138
Tabla 10. Iniciativas aprovechamiento Residuos solidos	143
Tabla 11. Descriptores de búsqueda y clasificación de documentos.....	151

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo de economía circular.	40
Figura 2. Términos de la Economía Circular.	41
Figura 3. Partículas usadas para la fabricación de tableros.	48
Figura 4. Proceso de fabricación del MDP por Novopan del Ecuador.	50
Figura 5. Criterios de búsqueda.....	51
Figura 6. Ciclo de vida de los tableros a base de madera MDF.	54
Figura 7. Diagrama de entradas y salidas del sistema de producción de un tablero aglomerado.	56
Figura 8. Componentes de una planta de pirólisis para el tratamiento de residuos sólidos específicos.	57
Figura 9. Mapa bibliométrico 30 países relevantes en el estudio de la Economía Circular. Fuente elaboración propia, 2020	108
Figura 10. Ciclo de empresas que se abastecen de los bosques	139
Figura 11. Modelo de Economía Circular para el sector de la construcción.....	141
Figura 12. Dimensiones elementales de iniciativas de economía circular Fuente: Gobierno de la Republica de Colombia. (2019). Estrategia Nacional de Economía Circular.	143

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfico 1. Inversión y Empleo relacionado con la Economía Circular en UE.....	109
Gráfico 2. Inversión en Bienes Tangibles relacionados con Economía Circular (%PIB por país)	110
Gráfico 3. Publicaciones entre enero de 2000 y abril de 2020	151

PRÓLOGO

“Si un árbol cae en un bosque y nadie está cerca para oírlo ¿hace algún ruido?”... esta celebre pregunta que en su momento fue un interrogante sobre la observación y el conocimiento de la realidad y hoy casi un acertijo para niños, es un perfecto reflejo de la divulgación científica, y es que la investigación no existe hasta que es escuchada.

Los científicos e investigadores de América Latina, que por lo general comparten su actividad docente universitaria con la investigadora, realizan grandes esfuerzos para dar a conocer los resultados de sus estudios al resto de la comunidad científica. De igual manera, cualquier medio es eficaz y cualquier ayuda es poca para transferir los resultados de investigación a la sociedad.

Los años del científico rodeado de pócimas y cacerolas en una lúgubre cueva pasaron (si es que un día existieron). Hoy la ciencia se extiende al ámbito social, las cacerolas son ordenadores y desde luego, nunca está solo.

Los grandes logros se realizan en equipo, a través de colaboraciones con grupos cada vez más heterogéneos y transversales, entramando una red de conocimiento como jamás en la historia existió.

Aun así, se necesitan todas las manos posibles para dar a conocer y compartir los resultados de las investigaciones realizadas. La creación de redes en las cuales compartan y promueven nuevas investigaciones es fundamental y permite seguir avanzando.

La Red Iberoamericana de Innovación y Transferencia Tecnológica en fabricantes de Muebles (RITMMA) les presenta la obra “*Economía circular y ecodiseño en la industria del mueble en Iberoamérica*” donde se dan a conocer distintos estudios sobre el sector del mueble, uniendo a investigadores y empresarios de distintos países de América Latina.

El sector del mueble necesita actualizarse y lograr una diferenciación en un mercado cada vez más competitivo y globalizado. Por eso, las cuestiones relacionadas con la economía circular y el ecodiseño son primordiales. La primera es un modelo que implica la reutilización, renovación y reciclaje de materiales para generar valor añadido y por tanto extender el ciclo de vida del producto. El segundo, incorpora criterios de sostenibilidad ambiental en las fases de concepto y desarrollo del producto. De esta forma se previenen los impactos desde el inicio del producto hasta su desaparición.

Los temas tratados en estas páginas abarcan innovadores procesos y avances en campo de la producción de muebles, permítanme que les haga unos brevísimos avances.

Se estudiarán la factibilidad y potencialidad derivada del aprovechamiento de los residuos mediante la elaboración de paneles y tableros con recortes de madera serrada y su alto potencial de desarrollo.

Por otra parte, la donación y reutilización de muebles y su impacto ambiental serán analizados en el capítulo III, mostrándonos una más que interesante opción de dinamización de la cadena de valor de la industria del mueble.

En otro de los capítulos, podemos identificar que algunas empresas, a pesar de la crisis, buscan enfocar sus estrategias de afuera hacia adentro, es decir, abrir nuevos nichos y

oportunidades de negocio. En un mundo que está cambiando a una velocidad de vértigo, la estrategia ambiental parece impulsar el motor de la economía.

Por último, cabe destacar los esfuerzos de los investigadores en conocer el estado del arte sobre el sector del mueble, a través de revisiones documentales que permiten condensar el pasado para tomar decisiones de futuro.

*Dr. Juan Uribe y Dr. Jaime de Pablo
Coordinadores de la Red Iberoamericana de Economía Social y Codesarrollo
(RIBERESCO)
Universidad de Almería (España)*

INTRODUCCIÓN

La industria del mueble en Iberoamérica encuentra en los ecodiseños y la economía circular formas de aprovechar los residuos sólidos de esta industria. Así, además de resolver problemas de contaminación con efectos positivos, al mejorar el uso de estos recursos, también es posible producir un impacto positivo en la competitividad de las empresas.

Esos efectos positivos, tanto en la economía de las empresas, como en protección del medio ambiente, estimuló a la red RITMMA, para invitar a la academia representada por las universidades latinoamericanas, a realizar una investigación que vinculara los empresarios de estos países, especialmente las Pymes Maderas Stick de Argentina, LR Desing Ltda y Ofinext S.A.S de Colombia, CP Industriales de El Salvador y Negocios Generales Morana S.R.L en Perú, contando en Colombia con la participación del Centro de aprendizaje Sena, el cual aporta a la construcción del conocimiento desde sus diferentes saberes y competencias.

Para llevar a cabo esta interesante investigación se invitó a los nodos a que trabajaran en el estudio que tenía la posibilidad de ser publicado. El resultado es el libro que le presentamos para su lectura, el cual representó el esfuerzo de investigadores de varios países latinoamericanos y la revisión de expertos en este tipo de publicaciones, tratando que el texto garantizara la seriedad de los contenidos del estudio y los avances de la academia y de los fabricantes de muebles que fueron los actores centrales de este.

La lectura de los capítulos le lleva a los resultados de una excelente documentación sobre los avances en la fabricación de paneles con los residuos de la madera, el diseño sostenible de los muebles de madera aumentando la cadena de valor es una apuesta importante, ya que emplea los modelos econométricos que se utilizan en la educación superior. De igual manera encontrara un recorrido por la *innovación que ocupa un lugar en el campo de la ingeniería y diseño industrial, dando como resultado el ecodiseño*. Al final los autores nos sorprenden con la reseña de más de mil estudios y una selección de los últimos 78 documentos sobre los avances de la economía circular.



CAPÍTULO I

INNOVACIÓN EN LA INDUSTRIA DEL MUEBLE

Autores

León Cabello Cervantes
Josefina Morgan Beltrán
Elia Díaz Nieto

INNOVACIÓN EN LA INDUSTRIA DEL MUEBLE

León Martín Cabello Cervantes¹

Josefina Morgan Beltrán²

Elia Socorro Díaz Nieto³

RESUMEN

La propuesta establece la importancia de la innovación en la gestión de fabricación de muebles de madera para Latinoamérica. La metodología es cualitativa apoyada con revisión documental identificando a la innovación como tema central e incorporando un sentido de aplicación para administradores de estas empresas. Se hace un recorrido teórico de la innovación y un análisis de las condiciones que imperan en la industria del mueble en el mundo con su interacción en México. Una mejora sustancial en su competitividad se establece que los fabricantes deben gestionar de manera estratégica sus procesos de innovación para aprovechar sus recursos que en su mayoría son escasos. Esto les permite afrontar sus retos que les genera la competencia mundial.

Palabras clave: innovación, muebles madera, competitividad.

¹ Investigador, Docente Universidad Autónoma de Querétaro – México. Correo: leoncabello@gmail.com.

² Investigadora, Docente Universidad Autónoma de Querétaro, – México. Correo: jmorganbeltran@yahoo.com.mx.

³ Investigadora, Universidad Autónoma de Querétaro, – México. Correo: eliadiaznieto@gmail.com.

SUMMARY

The proposal establishes the importance of innovation in the management of wooden furniture manufacturing for Latin America. The methodology is qualitative supported by a documentary review, identifying innovation as a central theme and incorporating a sense of application for managers of these companies. A theoretical journey of innovation is made and an analysis of the conditions that prevail in the furniture industry in the world with its interaction in Mexico. A substantial improvement in its competitiveness is established that manufacturers must strategically manage their innovation processes to take advantage of their resources, which are mostly scarce. This allows them to face their challenges generated by global competition.

Keywords: innovation, wooden furniture, competitiveness.

INTRODUCCIÓN

Los cambios de la actualidad exigen una constante adecuación de los sistemas y procesos de las diferentes industrias y la industria del mueble no es la excepción a esta regla, las nuevas generaciones a nivel mundial exigen modernidad, facilidad, practicidad, sistemas inteligentes, creatividad, diferenciación, entre muchos otros aspectos que van de acuerdo con los nuevos esquemas de vida y trabajo de nuestra era.

La industria mueblera enfrenta a una competencia mucho mas preparada que se expresa en muebles innovadores con características especiales en su diseño, ergonómicos, funcionales, reciclables e incluso incorporando materiales con características en su peso y durabilidad.

En los países de Latinoamérica se tienen condiciones semejantes para estos fabricantes que deben resolver prontamente sumando estrategias puntuales relacionadas con la competitividad. Estos márgenes diferenciales incorporan a la innovación como herramienta fundamental para que sus procesos productivos y comerciales permitan elevar su competencia y reducir los riesgos inherentes de empresas muebleras mejor desarrolladas.

Identificar el tema de innovación permite potenciarlo al difundirlo y es precisamente la aportación de este contenido que debe tener un proceso de lectura y motivación para que se aplique por diversos fabricantes de muebles de madera.

1. MARCO TEÓRICO

2. PRODUCCIÓN

La tecnología ocupa un lugar importante en este proceso de innovación, aunque innovación no solo es lo referente a los aspectos tecnológicos, hoy en día la tendencia a automatizar en la medida de lo posible los procesos permite enfocar al capital humano en aspectos de creatividad; además de la tendencia a facilitar a los clientes el acceso a los productos que se ofertan a través de los medios tecnológicos, esto funciona debido a la facilidad y a la cultura de las nuevas generaciones de acceso a diferentes medios en el mundo para buscar lo que necesitan o solamente para saber lo que existe y las novedades. Visto desde la empresa, esta acción debe considerarse uno de los pilares de la competitividad de las industrias, el posicionamiento en el mercado no solo local sino global permite una mayor cobertura y mayor posibilidad de una vida sustentable en el tiempo de la industria.

En lo referente a la innovación en muebles, Perret (2014) comenta que no toda la innovación es estrictamente modernidad, también es importante considerar que un gran

sector de los clientes busca lo tradicional, lo consideran de alguna manera satisfactorios de otro tipo de mercado, así como los programas de lealtad sobre todo en este tipo de industria buscan lo personalizado, el conocimiento del cliente, es como volver al pasado, algunos clientes, buscan y valoran ese elemento de exclusividad.

Es importante que la industria contemple los diferentes aspectos de su mercado potencial y de esa forma pueda cubrir las necesidades de los nichos y la diversidad generacional, por lo tanto, los principios básicos de cualquier industria y sobre todo la mueblera son:

1.- Claridad en la Misión y visión

Tener muy bien definida la misión y la visión de la compañía. - en esta debe mostrarse el alcance que se pretende y el enfoque de atención para evitar dispersión de esfuerzos que solo pudieran confundir tanto a internos como externos.

2.- Definición y Conocimiento del Producto

El tipo de productos que se va a desarrollar debe de establecerse claramente por parte de los directivos, es muy tentador querer abarcar todo lo que actualmente existe en el mercado por ejemplo en lo relacionado con los muebles existen de madera y de otros materiales similares o prefabricados o de fibra de vidrio, algunas nuevas tendencias es de “ármelo usted mismo” entre otros, por ello es importante definir claramente que es lo que se vende para que el cliente sepa que eso es lo que encontrará en esa empresa y tanto la producción, innovación, creatividad y publicidad se enfoquen en la modernidad de dichos productos, en la adaptación de los mismos a la época actual y a las nuevas demandas de los clientes actuales y potenciales.

3.- Conocimiento de la población meta

El conocimiento de la población meta es indispensable ya que derivado de ello se planeará y organizarán todas las actividades de la compañía,

- a) Es conveniente que se atienda a cierto tipo de población para enfocar la producción exclusivamente en los gustos y preferencias de estos clientes, se puede alcanzar el conocimiento exclusivo de los mismos y generar innovación sobre lo que les gusta y les resulta práctico y conocido incluyendo nuevos aspectos para manifestar modernidad y diferencia pero sobre la base de lo que ellos desean; la mercadotecnia puede ser focalizada en el sector e incluir aspectos aspiracionales al mostrar el uso de los productos por personas del mismo medio o más alto utilizando los productos de manera más libre y práctica sin perder el estilo que desean mostrar.
- b) En caso de querer atender diferentes sectores, es necesario adecuar el producto de acuerdo a los gustos, necesidades, formas de compra y demás del nicho al que va dirigido, incluso la mercadotecnia utilizada debe ser diferenciada. Se deben tener grupos de productos y en cada uno realizar un análisis de lo que buscan los clientes, en todos los casos es importante tener líneas tradicionales y modernas: oficinas, hogares, escuelas, etc. Esto complica la producción debido a las cantidades que deberán producirse para cumplir la demanda y el riesgo de la no colocación de la producción o si se produce conforme se solicita se puede caer en los tiempos de entrega que pueden desmotivar al consumidor.

4.- Definición de la forma de producción, el sistema interno de fabricación

En este apartado y en el de publicidad y venta es donde interviene con mayor fuerza la innovación sobre todo tecnológica, se debe tener muy definido si la forma de producción será:

- a) Artesanal o artística basada en productos diferenciados elaborados de manera individual y directamente con artesanos
- b) Producción en serie sobre modelos estandarizados
- c) Producción de partes para “arma tu mismo”

En cada tipo de producción se requieren elementos totalmente diferentes tanto de materiales como de mano de obra, estilo de venta, publicidad y sobre todo el factor de Innovación tanto en procesos como en productos.

1.2 INNOVACIÓN

Innovación se refiere a crear algo nuevo o diferente, no necesariamente a inventar sino a innovar ya sea un producto, un sistema, un proceso, un servicio, es hacer algo diferente, es materializar una idea, es atender los requerimientos de la actualidad, es la búsqueda constante de los aspectos que faciliten o mejoren la vida y el trabajo de las personas, hay innovaciones generadas por las demandas de la comunidad e innovaciones que surgen de las ideas de investigadores en temas específicos; por ello si algo novedoso no cubre alguna necesidad o gusto de algún sector de la sociedad, no tendrá éxito.

En el caso de la industria del mueble, la innovación se está generando con la llegada de nuevas tecnologías que facilitan la adquisición y armado de los muebles que actualmente se requieren para la forma de vida actual, el estilo de casas, el esquema de vida de las nuevas generaciones, el uso de los medios digitales, entre otros.

Debe establecerse claramente la forma en la que se estará innovando en la compañía, una de ellas es la innovación tecnológica, llamada Industria 4.0 es la digitalización de los productos y servicios (De la Torre, 2018) y aunque no todas las compañías tienen un

departamento de innovación tecnológica esta tendencia puede incursionar en el mercado de manera muy importante generando en quienes la aplica una verdadera ventaja competitiva por ser lo que el mercado actual está demandando o conforme se conozcan las utilidades, beneficios y facilidades será cada vez más aceptado y recurrido, por ejemplo la generación de impresiones en 3D, elaboración de muebles robotizados utilizando la conectividad e inteligencia artificial, small data para conocimiento de los gustos, preferencias y actividades de los consumidores para poder estar generando los productos de acuerdo a su estilo de vida y costumbres, aprovechar el uso de las apps, posibilidades de utilizar la realidad aumentada para poder ver como se verán los muebles en los espacios, etc.

Entre las ventajas que menciona De la Torre (2018) de la Industria 4.0 en la industria del mueble están entre otros la posibilidad de incrementar la competitividad derivado de la factibilidad de producir en tiempos más cortos, de responder a necesidades y gustos de los consumidores de manera incluso personalizada, mayor calidad y menor costo derivado de sistemas de producción más efectiva, seguimiento en venta y posventa, recolección de información importante para toma de decisiones más oportunas; sin embargo también es importante considerar las posibles desventajas de ésta industria en el sector, por ejemplo la alta inversión requerida, la falta de regulación sobre los aspectos de seguridad tecnológica que aún no están del todo desarrollados, establecer nuevas aspectos en la empresa como el aseguramiento del know how y tanto la pérdida de empleados como encontrar nuevos empleados con el conocimiento sobre el tema e irlos preparando.

La Sustentabilidad también está jugando un papel muy importante en la tendencia de las nuevas generaciones, ello obliga a considerar el aspecto del cuidado ambiental en las decisiones sobre innovaciones que desarrollen las empresas.

Daluz (2008) comenta que existe una nueva tendencia de las nuevas generaciones en el No uso de muebles, simplificación de mobiliario en el hogar, buscan lo que es más minimalista, fácil de limpiar, que ocupe poco espacio, Ferrer (mencionado en Daluz, 2008) de igual manera considera que la tendencia en los gustos se inclina hacia lo mínimo y sencillo y por ello los diseñadores están optando por buscar alternativas de diseño que sin perder lo clásico tiendan a lo minimalista o acercarse al gusto de los nuevos consumidores.

Ferrer (2008) comenta que lo más importante para la competitividad es aprovechar las ventajas que ya se tienen, los recursos que han sido diferenciadores en su empresa, el conocimiento de sus fortalezas permite elaborar estrategias partiendo de hechos reales ya probados para tratar de potenciarlos; analizando los recursos de la empresa tanto humanos como materiales, tecnológicos y de mercado se puede ser más aterrizado en lo que se puede lograr a corto plazo y de esa manera valorar la posibilidad de ir incursionando en la innovación de acuerdo a las características propias y a las metas y objetivos de crecimiento e incursionamiento en el mercado se pretenda.

El mayor porcentaje de las empresas dedicadas al Mueble son Pymes, por ello no es sencillo que incursionen al 100% en el aspecto tecnológico, una de las opciones para lograr estar en el nivel de innovación y posibilidades competitivas son entre otras las siguientes de acuerdo a Ferrer (2008):

- Participando en un esquema o centros tipo Clusters que agrupen a todos los involucrados en la fabricación de muebles y cada uno con su expertis aporte lo necesario para que el producto se realice con los estándares requeridos por el consumidor, esto libera un poco la necesidad de invertir en todos los aspectos dentro de la empresa y más bien que cada una procure el fortalecimiento de su core business y entre todos participen en la

realización de productos que cubran con la mejor de las calidades las necesidades de los consumidores.

- Las empresas deben considerar ir haciendo cambios pequeños pero firmes hacia la innovación en todos los ámbitos de la empresa ya que, si alguno de ello se descuida, será muy factible que el proyecto fracase, es decir, se deben realizar cambios en el aspecto de producto, del sistema de producción, aspecto comercial, servicio, empleados, etc.
- Crear un sistema de información a los usuarios para que conozcan los atributos de los productos y sepan diferenciarlos al momento de tener que tomar la decisión de compra, en el sector del mueble ha existido muy poca cultura de parte de los fabricantes de indicarles a los usuarios las características de calidad o servicio que debe poseer u ofrecer un producto.

Braconi (2015) sugiere también como una posibilidad la producción más flexible utilizando el diseño para agregar valor al producto, así como el uso de las TIC's como elemento indispensable en la gestión empresarial, considera el fomento al desarrollo de capacidades en el sector con enfoque en la capacitación, consultorías, asesoramiento, entre otros para generar innovación y crecimiento en todos los aspectos de la industria y para que en realidad el aprendizaje sea sostenible.

Lo más importante antes de iniciar cualquier cambio es la reflexión de los directivos sobre el Modelo de Negocio que tienen, si desean conservarlo y continuar de la misma forma como los conoce el mercado o desean replantearlo para ajustarse a las nuevas tendencias que se vislumbran, es una decisión trascendental ya que de eso dependerán las acciones y las decisiones que en cada aspecto de la organización se tomarán y definirán el rumbo y el futuro de la compañía, incluso en caso de un cambio se debe analizar desde la misión, la

visión, los valores, la filosofía, etc. por ello debe estar muy fuerte el convencimiento y el compromiso de los directivos y del personal completo de la compañía.

1.3 SITUACIÓN DE MÉXICO Y LATINOAMÉRICA EN LA INDUSTRIA DEL MUEBLE EN EL MUNDO

De acuerdo a De la Torre (2018b), los primeros lugares de producción de muebles en el mundo lo ocupan China con una cobertura del 41% y le sigue Estados Unidos cubriendo el 12%; Latinoamérica cubre el 3% del total de la producción de mueble en el mundo aun cuando México y Brasil apoyan de manera significativa.

De la Torre (2017) comenta que en 2050 México estará situado como una de las 7 principales potencias en el mundo, con este crecimiento la industria del mueble se verá beneficiada principalmente por tres fenómenos inmobiliarios que son el crecimiento del desarrollo urbano, el sector turístico con inversión en las costas y la hotelería y el incremento en edificios corporativos; en los años del 2006 al 2009 derivado de la recesión mundial, las importaciones y exportaciones del mueble en México se vieron afectadas pero se han ido recuperando en los siguientes años ocupando actualmente el cuarto lugar en presencia internacional solo superado por Estados Unidos, China, Vietnam y Canadá.

Las principales exportaciones de México son hacia Estados Unidos 86.6% y esto se ha visto beneficiado por el factor de la devaluación del peso frente al dólar el cual ha caído un 35%, esto ha hecho muy atractivo al mercado estadounidense para importar productos de México e invertir en México, un aspecto que puede perjudicar económicamente en otros aspectos al país contradictoriamente es benéfico para las exportaciones (Tabla 1)

Uno de los problemas que más afecta a la industria del mueble en México es que además de que una gran concentración de la industria se encuentra en solo 3 estados de la República (Estado de México, Jalisco y Nuevo León), el 89% de las mismas son micronegocios, es decir cuentan con un promedio de 10 empleados o se encuentran en la economía informal, y el resto es el que tiene más de 100 empleados, esto afecta la posibilidad de que las pequeñas obtengan financiamiento para poder innovar, invertir en equipos y realizar una mayor producción para exportar.

Tabla 1.

Industria del mueble en México	
1,978M USD	PIB de la industria del mueble en 2015. 1,15% de la producción industrial
1,282M USD	Valor de las importaciones de muebles en 2015
1,950M USD	Valor de las exportaciones de muebles en 2015
92,107	Personal ocupado en la industria del mueble 2% del empleo manufacturero

Fuentes: INEGI, Instituto Mexicano de Seguridad Social, AMIPCI, Banco de México
Cambio: 1 USD = 18 MXN

Becerril (2014), considera que los principales factores que afectan a la industria del mueble en México es la falta de tecnología, innovación, de diseño, financiamiento y la competencia del exterior; las empresas mexicanas en general no cuentan con la infraestructura tecnológica ni económica para enfrentar la entrada de empresas sobre todo asiáticas con productos muy por debajo de su costo, provocando una competencia desleal para los productores mexicanos, en los últimos años, en México han cerrado más de 11,000 empresas; en los noventa ocupaba el 3er. Lugar solo por debajo de Estados Unidos e Italia y esto ha ido bajando considerablemente a nivel mundial, aunque aún México mantiene hoy

en día el cuarto lugar como exportador de muebles a Estados Unidos, lo que se requiere según la AFAMJAL (Asociación de muebles de Jalisco) es incursionar en nuevos mercados, impulsando innovación en los diseños, buscar el posicionamiento de la marca, lograr una identidad propia que identifique el producto mexicano.

El presidente de la rama mueblera de Canacintra (Moisés Daniel Cuenca) comenta que entre los principales problemas que enfrenta el sector están las malas prácticas comerciales y la falta de venta en el mercado interno. Y el presidente de la DECSA (Marco Neuman Margules), argumenta que no toda la industria se encuentra en una situación difícil ya que el sector de la fabricación de asientos para automóviles y para la rama aeronáutica ha tenido mayores ventas en el mercado interno y en las exportaciones.

Sin embargo, Espinoza (2012) comenta que lo que ha beneficiado a México ante estas circunstancias es su espíritu y vocación maquilador y exportador, buscando articulaciones con otros sectores y subsectores para los diagnósticos y dimensionamiento general de la industria mueblera y su comercialización.

La globalización de la industria del mueble se ha visto favorecida al igual que las demás industrias por las innovaciones tecnológicas que de alguna manera disminuyen las barreras a la inversión, existen algunas diferencias sustantivas en las características de las empresas muebleras entre los países (Tabla 2)

Tabla 2.

Variable	EEUU	Italia	España	Alemania	México
Tamaño de empresas	Grandes y medianas	Gran número de empresas, principalmente pequeñas	Gran número de empresas, principalmente pequeñas	Pocas empresas grandes	Muchas empresas pequeñas
	70 personas promedio por empresa	5 a 10 personas por empresa	6 a 10 personas por empresa	80 a 100 personas por empresa	6 a 7 personas promedio por empresa
Estilo	Funcional con diseños que cambian cada 5 años	Muebles de diseño artístico y vanguardia	Muebles de diseño artístico y estético, funcionables y durables	Muebles de alta calidad en su manufactura, funcional y durable	Diversas líneas con gran variedad de modelos dentro de cada una
Línea de productos	Pocas líneas con variedad de modelos dentro de cada una	Muchas líneas con gran variedad de productos	Muchas líneas y gran variedad de productos, pero menos que en Italia	Pocas líneas y poca variedad de modelos	Una
Maquinaria y equipo	Especializada y con equipo de control numérico	Maquinaria sofisticada	Maquinaria sofisticada	Maquinaria más especializada y de mayor complejidad	Poca maquinaria especializada, equipo semi industrial
Tipo de industria	Muy desarrollada, con capacidad para producir grandes volúmenes	Mucho oficio, prestigio y tradición familiar. Imagen artesanal	Mucho oficio, prestigio y tradición familiar	Industria muy desarrollada y de gran escala	Semi desarrollada, con capacidad instalada ociosa. Bajos volúmenes

Fuente: Espinoza (2012, p. 75) “Caracterización de la industria del mueble. Fuente extraída de BANCOMEXT, Oficina de Cooperación y Negocios Internacionales de CANACO, “Caracterización de la Industria del Mueble”, en *Perfil de Mercado y Competitividad Exportadora de Muebles de Madera*, Gobierno del Perú, 2003, p. 26.”

CONCLUSIÓN

El enfoque principal de las empresas muebleras para competir es sin duda la innovación que se aplica tanto en la producción y en la comercialización. Desde la perspectiva de la producción se debe garantizar muebles funcionales con diseños contemporáneos utilizando materiales orgánicos para ser reciclados y extender su vida útil. Una característica también importante que surge de la innovación es diseñar muebles listos para armar, minimalistas y respetuosos del medio ambiente. De forma paralela las texturas, gamas y colores permite

ofertar un abanico de alternativas para enfrentar estratégicamente la competencia global que cada día es más intensa.

Es un hecho que los empresarios del mueble enfrentan otros desafíos como la disponibilidad de madera de buena calidad por las restricciones relacionadas con la explotación de esta materia prima. Y por otro lado los elevados costos precisamente por la tala indiscriminada de árboles que conlleva hasta situaciones legales.

La gestión interna de los recursos humanos es otro factor que incide en los niveles de competitividad por razones de su capacidad operativa para utilizar tecnologías que impacten en la calidad y niveles de producción. Las condiciones de trabajo como el diseño de instalaciones que permitan transitar con seguridad reduciendo los índices de contaminación por polvos y el contacto con maquinaria son factores que no se han resuelto de manera favorable.

Es un hecho que la comercialización influye en los niveles de ingresos y el precio es la variable que se relaciona con la competencia global proveniente de China. Las condiciones económicas presiona a que los mercados de muebles se enfoquen un tanto a los precios y eso impacta en las empresas para ser más eficientes.

Las empresas muebleras como hemos analizado tienen por delante enormes retos que se pueden superar con la voluntad de los empresarios y sus trabajadores. Los gobiernos deben participar de forma más activa para apoyar y fortalecer la competitividad empresarial que impacta en mejor nivel de vida de sus regiones económicas por la creación y sostenimiento de los empleos.

REFERENCIAS

- Becerril, I. (2014). La industria mueblera en México requiere de renovación a fondo. *Periódico El Financiero*. 2/04/2014. Sección Economía.
- Braconi, L. (2014). La veta del diseño. Innovación e la industria del mueble de Mendoza. Editorial Ediunc.
- Braconi, L. (2015). *La veta del diseño: Innovación en la industria del mueble en Mendoza*. Argentina: Ediunc
- Daluz, M. (2008). El sector del mueble evoluciona hacia la innovación. Consultado el 3 de mayo del 2019 desde: <http://www.interempresas.net/Madera/Articulos/26410-El-sector-del-mueble-evolucion-a-hacia-la-innovacion.html>
- De la Torre, R. (2017). Seis claves y una paradoja para entender la industria del mueble en México. Octubre, 2017. Consultado el 15 de mayo del 2019 desde: <http://masmadera.net/industria-del-mueble-en-mexico/>
- De la Torre, R. (2018a). *La Industria 4.0 llama al sector del mueble*. Agosto, 2018. Consultado el 12 de mayo del 2019 desde: <http://masmadera.net/industria-4-0/>
- De la Torre, R. (2018b). Latinoamérica y España son un pequeño apéndice en la industria del mueble. Consultado el 15 de mayo desde: <http://masmadera.net/industria-del-mueble-en-el-mundo/>
- Espinoza, G. L. E. (2012). La industria y el comercio del mueble en México. *Res Mobilis*. Revista Internacional de investigación en mobiliario y objetos decorativos. Vol. 1, Num. 1. España

Ferrer, R. (2008). El compromiso de innovación, debe abarcarlo todo. Consultado el 2 de mayo del 2019 desde: <http://www.interempresas.net/Madera/Articulos/26417-El-compromiso-de-innovacion-debe-abarcarlo-todo.html>

Perret, R. (2014). *Home runs de innovación: Historias y estrategias detrás de lanzamientos (muy) exitosos*. México: Conecta

Perret, R. (2014). *Home runs de innovación: Historias y estrategias detrás de lanzamientos (muy) exitosos*. México: Conecta



CAPÍTULO II

ELABORACIÓN DE PANELES CON LOS RESIDUOS DE FÁBRICAS DE MUEBLES DE MADERA

Autores

Hilda Estrada López
Hernán Saumett España
Adriana Cáceres Martelo

ELABORACIÓN DE PANELES CON LOS RESIDUOS DE FÁBRICAS DE MUEBLES DE MADERA

Hilda Estrada López⁴

Hernán Saumett España⁵

Adriana Cáceres Martelo⁶

RESUMEN

El trabajo plantea la importancia de la economía circular y el aprovechamiento de los residuos de la fabricación de muebles para América Latina. Se utilizó una metodología cualitativa, apoyada en los estudios de casos y la revisión documental, identificando los problemas ligados a sistemas nacionales de innovación, para el uso de los residuos de la madera. El trabajo analiza el caso de los muebles de madera que presenta grandes potencialidades derivadas de aprovechamiento de los residuos mediante la elaboración de paneles y tableros con recortes de madera aserrada. Estos procesos industriales tienen debilidades competitivas, con deficiencias importantes en materia tecnológica, el uso de estos tableros y la cobertura de la producción industrial, de láminas y tableros de madera.

Palabras clave: economía circular, muebles madera, residuos sólidos, tableros de madera.

⁴ Investigador Senior, Docente Universidad del Atlántico, Barranquilla – Colombia. ORCID: [0000-0001-7439-2658](https://orcid.org/0000-0001-7439-2658) Correo institucional: hildaestrada@mail.uniatlantico.edu.co.

⁵ Investigador Emérito, Docente Universidad Simón Bolívar, Barranquilla – Colombia. ORCID: [0000-0002-4586-7121](https://orcid.org/0000-0002-4586-7121). Correo institucional: herse47@unisimonbolivar.edu.co.

⁶ Investigadora Junior, Universidad Simón Bolívar, Barranquilla – Colombia. ORCID: [0000-0001-5047-4261](https://orcid.org/0000-0001-5047-4261). Correo institucional: acaceres4@unisimonbolivar.edu.co.

Abstract

The work raises the importance of the circular economy and the use of waste from furniture manufacturing for Latin America. A qualitative methodology was used, supported by case studies and document review, identifying the problems linked to national innovation systems, for the use of wood waste. The work analyzes the case of wooden furniture that presents great potential for the use of waste through the production of panels and boards with sawn wood cuttings. These industrial processes have competitive weaknesses, with important deficiencies in technology, the use of these boards and the coverage of industrial production, of sheets and boards of wood.

Keywords: circular economy, wood furniture, solid waste, wood panels.

INTRODUCCIÓN

El presente documento forma parte de las investigaciones que han realizado integrantes de la Red RITMMA Nodo Universidad Simón Bolívar Sede Barranquilla y Universidad del Atlántico, en el Desarrollo Industrial de Muebles de Madera. Este fue realizado por investigadores de estas universidades como parte de su contribución al tema del aprovechamiento de los residuos sólidos que producen los fabricantes de muebles.

Los documentos consultados indican que la fabricación de muebles de madera se realiza por micro, pequeñas y medianas empresas, que crean una oferta que es principalmente interna, aunque se presentan algunos casos de exportaciones, esto todavía no es muy significativo. Son actividades que ocasionan impactos al ambiente, con la generación de residuos sólidos de carácter ordinario y emisiones atmosféricas, representadas en partículas

generadas por pinturas y solventes, creando condiciones desfavorables para la salud, especialmente para los trabajadores.

Por eso los investigadores de la red consideran que la inclusión de nuevas tecnologías, el uso de nuevos materiales y la modificación de los procesos de producción, pueden ser una alternativa para mejorar el desempeño ambiental de una empresa. Las observaciones en los talleres de cada país muestran que medidas como las buenas prácticas que contribuyen a mejorar el consumo de energía y las materias primas, logran resultados que minimizan la contaminación generada por las empresas.

Como se trata de una industria tradicional, uno de los principales factores que limita la competitividad de las empresas productoras de muebles de los países en desarrollo son los avances en nuevas tecnologías tanto en campo de la producción con en la administración del negocio lo cual se manifiesta, en gran medida, en la dificultad de encadenamientos que se inician en el diseño, los procesos de producción, acabado llegando hasta la comercialización del producto.

Los estudios muestran que las empresas del sector trabajan con modelos que han tenido aceptación en un pasado, modelos clásicos copiados y en caso de muebles modernos se trata de copia o adaptación deficiente tomados de revistas, que desvirtúa los diseños originales y les hace perder valor. Asimismo, la profesionalización de los diseñadores es poco apreciada al interior de las empresas y el mejor de los casos se limita, casi exclusivamente, a las solicitudes de los diseñadores de interiores, que le presentan a sus clientes diseños de espacios de acuerdo con modelos exclusivos o tomados de revistas especializadas

El problema central de este capítulo es uso de los desechos sólidos que Bustos (2009), define como lo que queda de una actividad del hombre o de otros organismos vivos, que forman una masa heterogénea la cual, no es fácil reincorporar a los ciclos naturales.

Es notable como la madera antes de llegar a los aserraderos, va dejando una gran cantidad de desechos que podrían ser utilizados y no se comercializan. Así, aun cuando se conocen procesos industriales de aprovechamiento de la madera, todavía no son muy usuales. La madera en láminas y tableros aglomerados, no se utiliza tanto en la elaboración de muebles y productos derivados finales que serán comercializados (Álvarez, 2005).

De hecho, los desechos de madera se convierten en un problema para su disposición final. Esto además de crear problemas para el medio ambiente, le genera desperdicio de materiales al productor de muebles, que podrían ser empleados nuevamente mediante procesos industriales que los convierta en láminas y tableros reutilizables. Esta madera presentada como tableros de madera aserrada, o láminas de madera prensada o aglomerada resulta más práctica para los diseños de los muebles modernos y para cubrir superficies de pisos o paredes con fines de decoración.

Vale la pena preguntarse ¿Cuáles son los avances tecnológicos que permiten el aprovechamiento de residuos sólidos en la fabricación paneles, laminas y/o tableros como estrategia de economía circular?

PERSPECTIVA TEÓRICA

Enfoque de la Economía circular

La sociedad comienza a abordar problemas que van necesitando soluciones con urgencia uno de estos corresponde a la economía circular que se está implementando en ámbitos y lugares diferentes, y a futuro será una manera de resolver problemas de contaminación con efectos positivos. Se trata de superar el modelo lineal, vigente de «tomar, hacer, tirar» que confía en la disponibilidad de cantidades de mercancías cada vez más baratas y fácilmente accesibles, lo cual crea el problema deshacerse de lo que ya no interesa. Esto que fue el corazón del desarrollo industrial pasado y ha generado un nivel de crecimiento sin precedentes, hasta alcanzar sus límites físicos, muestra que no es sostenible (Steffen et al., 2015). De ahí que, la economía circular sea una alternativa atractiva y viable que en el ámbito empresarial ya se ha empezado a explorar (EMF, 2015).

Sobre la economía circular en el año 2015, se dieron contribuciones importantes entre las que se destaca las siguientes: los libros de Webster y de Lacy y Rutqvist, los trabajos de EMF y McKinsey y de Wijkman y Skanberg (auspiciado por el Club de Roma), referidos a la Unión Europea (UE), y de U.S. Chamber of Commerce Foundation, centrado en los Estados Unidos. Además, en diciembre de 2015 la Comisión Europea publicó el Plan de Acción de la UE para la economía circular.

El modelo de economía circular es una nueva modalidad de hacer productos, también permite hacer negocios atendiendo al crecimiento económico de la sociedad, manteniendo la sustentabilidad ambiental y la disminución de los riesgos por la volatilidad e incertidumbre de precios de las materias primas y recursos energéticos. Aun cuando este modelo debe pensarse en primera instancia desde el punto de vista económico y no

medioambiental, no se puede desconocer que este concepto de economía circular está estrechamente interrelacionado con la protección del medio ambiente y el manejo adecuado y óptimo de los recursos, puesto que sin la existencia del componente ambiental el paradigma de economía circular sólo sería una teoría más. (Muradin & Foltynowicz, 2019).

Por otra parte, Oblitas, et al. (2019). Manifiesta que la economía circular brinda la posibilidad de hacer un manejo inteligente del material de desecho, a partir del cual se genere una economía sostenible y lo más importante se aumente la producción, sin embargo, pese a todos los beneficios que podrían obtenerse tras la aplicación de este modelo, aún hay un desconocimiento de ello en muchos sectores empresariales y debido a esa falta de comprensión, la economía circular sigue siendo un reto.

Se calcula que para el año 2030 habrá un aumento de consumidores de energía, por lo que resulta necesario revertir la lógica de descartar los desperdicios logrando nuevos valores mediante la reutilización. Ya el enfoque de economía circular se utiliza en empresas de muchos países. Las ventajas de su aplicación son evidentes, estimula el crecimiento de la economía con sustentabilidad ambiental. Los proyectos exitosos que se apoyan en la investigación involucran profesionales en diversas temáticas, ingenieros, tecnólogos, microbiólogos, arquitectos, ecólogos, sociólogos y educadores, entre otros.

Para transformar en acciones los postulados del sistema y alcanzar eficiencia en el reciclaje, reutilización y la valoración de los residuos, se requiere motivación, conocimiento y capacidad de innovación. Sumado a lo expuesto, se espera que el Estado asuma un papel significativo mediante la implementación y la auditoría de normativas y legislaciones tendientes a motivar a la población para sumarse a los procedimientos de reciclaje, así como a generar incentivos que involucren a las empresas en políticas ambientales.

Prieto-Sandoval, Jaca y Ormazabal (2017), se han referido a la economía circular como un paradigma para generar prosperidad económica, proteger el medio ambiente y prevenir la contaminación. Es una manera de ver el desarrollo sostenible, que afecta toda la cadena de producción con estrategias sobre el uso de productos y servicios.

Por otra parte, la definen como el ciclo que comienza por extraer, transformar, distribuir, usar y recuperar estos materiales, transformándolos en combustible o dándole un nuevo uso, tal como lo sugieren Stahel, W. R (2016) y Park, J. et al. (2010). Estos campos de acción de cada fase del ciclo requieren ser identificados en cualquier proceso de mejora de la gestión ambiental (Figura 1). Los campos de acción propuestos son:

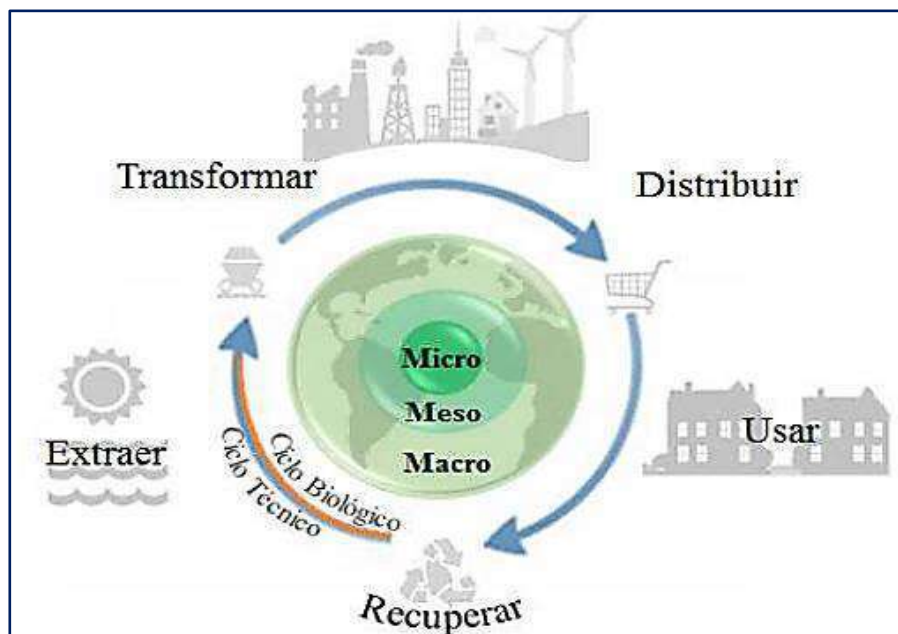


Figura 1. Ciclo de economía circular.
Fuente: Prieto-Sandoval, V., Jaca, C., Ormazabal, M. (2017).

Los residuos sólidos son un tipo de material generado por la actividad humana que ya no se necesita para ese producto (Echarri, 2008). Henry y Heinke (1999: 568), los definen “como aquellos desperdicios que no son transportados por agua y que han sido rechazados porque

no se van a utilizar. Estos desechos incluyen diversos materiales combustibles como plástico, papel, textiles, madera, etc. y no combustibles como metal, vidrio y otros”.

Para el caso es importante señalar que esta clasificación de los desechos sólidos no es uniforme en todos los organismos y países. La Organización Panamericana de la Salud (OPS) por ejemplo, clasifica los desechos según su fermentabilidad en desechos orgánicos e inorgánicos; según su inflamabilidad en combustibles y no combustibles; según su procedencia en domésticos, de jardinería, de barrido, etc. y según su volumen en convencionales y especiales.

Viéndolo en detalles el proceso sería:

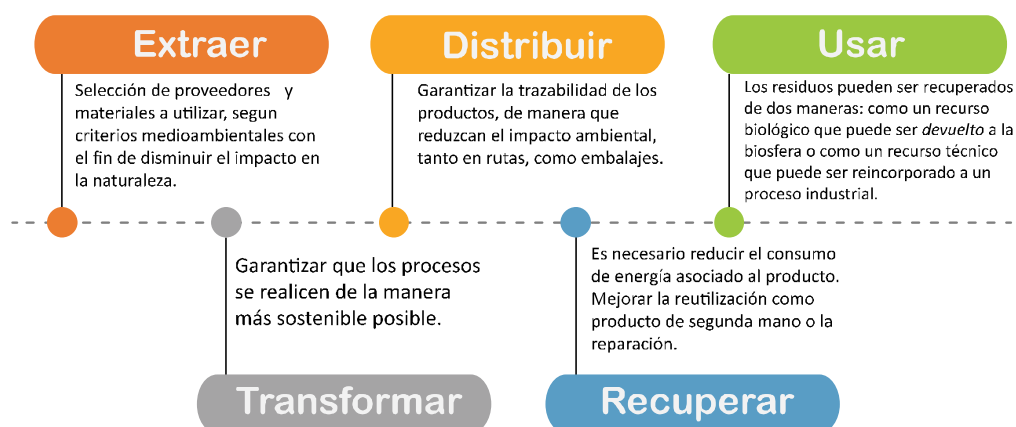


Figura 2. Términos de la Economía Circular.

Fuente: Elaboración Propia con base en: Carrillo-Hermosilla, J. et al. (2010); Van Der Wiel, A. et al., (2012). Tucker, A. (2015); Mont, O. (2002); McDonough, W. & M. Braungart, (2002).

Los desechos sólidos incluyen los generados por hospitales, plantas de tratamiento y de incineración, así como, los agrícolas y pecuarios. Los desechos de los hospitales y de las plantas nucleares son residuos peligrosos, ya que ellos pueden ocasionar o contribuir a un aumento en la mortalidad o a un incremento en una enfermedad grave que pueda producir

incapacidad o plantear un peligro presente o futuro para la salud humana o el ambiente. Los desechos peligrosos pueden ser clasificados en tres categorías: radioactivos, inflamables o tóxicos (Henry y Heinke, 1999).

Guzmán & Macías (2012), sostienen que los residuos siempre existieron especialmente con la presencia de los grupos humanos, pero cuando se fueron acumulando por el desarrollo industrial fue cuando se convirtieron en un problema ambiental. Este problema es relativamente reciente. Por ejemplo, la problemática de la basura se refiere a dos fenómenos íntimamente relacionados:

- la expansión humana que se expresa en la ocupación, explotación y predominio de la especie en prácticamente todos los ecosistemas y rincones del planeta y
- la lógica de producción-consumo industrial-actual.

Estos autores se han referido a "la problemática de la basura", como algo que se viene incrementado en los grupos humanos actuales. Es un problema que crea situaciones de peligros y contaminación de los espacios, la basura tiene la capacidad de invadir y afectar territorios, localidades o lugares que no siempre se encuentran en los espacios en donde es producida. Pero también puede ser considerada como una mercancía de segundo orden, donde se traducen ganancias económicas porque antes de llamarse basura, fue producida como objeto primario de la sociedad de consumo. A diferencia de las civilizaciones premodernas o antiguas, esta va generando impactos globales que afecta a todo el planeta, sus alcances tienen una serie de ramificaciones que afectan aspectos como las finanzas, la política y la cultura de la sociedad de consumo.

Guzmán & Macías (2012), refiriéndose a las sociedades anteriores, dice que la basura tenía dos caras en sus alcances e interrelaciones. La basura en un sentido histórico es parte de los vestigios arqueológico de los grupos humanos que habitaron ese lugar y tiene un valor como evidencia palpable en el tiempo, del tránsito humano en una etapa geológica caracterizada por el desconocimiento del uso intensivo de combustibles fósiles y una amplia gama de minerales. La otra cara se refiere a los alcances o su efecto de contaminación, que en el pasado no se consideraba como un problema por cuanto los residuos de la actividad humana no superaban la capacidad de la naturaleza para integrarla o biodegradarla.

Castañeda, et al (2017) devela que más que un problema, la decisión de acumular los residuos antes que aprovecharlos, se ha convertido en una amenaza sagaz para el medio ambiente, puesto que los vertederos concentran contaminantes que impactan de manera directa la salud del ser humano, por ello la mejor estrategia para contrarrestar este flagelo es la gestión sostenible de los residuos, complementado con el óptimo aprovechamiento de éstos, de esta manera se pueden tornar estos desechos podrían dejar de ser vistos como desperdicios o problemas que no tienen valor económico y tornarse en una oportunidad de negocio que genere valor.

Considerando los desechos de la madera López-Núñez, Álvarez-Meythaler & Méndez-Reátegui (2017), han señalado que esta industria genera grandes volúmenes de residuos, en todos los momentos, desde la extracción en donde se derriban cantidades árboles que dejan descubierto zonas en donde habitan otras especies, dejan residuos y luego mediante el transporte a los aserraderos donde se producen cantidades de desechos que podrían ser utilizados y no se comercializan, hay procesos industriales de aprovechamiento de la

madera, pero no son tantas las industrias, además la madera procesada mediante laminas y tableros aglomerados no es todavía muy usual en la elaboración de muebles y productos derivados finales que serán comercializados (Álvarez, 2005). Se puede evidenciar que la disposición final de residuos de madera y aglomerados, provenientes de industrias y empresas dedicados al desarrollo y elaboración de productos a base de estos materiales, constituye un gran problema a nivel mundial.

En un estudio sobre la industria de productos forestales la FAO. (1991), los había clasificado en dos clases: los que proceden de la recolección y extracción de los montes que se utilizan para diferentes productos de madera y los que procesan las industrias forestales para la fabricación de tableros contrachapados, tableros de partículas, tal como lo puede ver en la tabla No 1.

Tabla 3. Tipo de residuo de la madera

FUENTE	TIPO DE RESIDUO
Operaciones forestales	Ramas, agujas, hojas, tocones, raíces, madera de mala calidad y podrida, recortes y aserrín;
Aserrío	Corteza, aserrín, recortes, madera partida, virutas, lijaduras;
Producción de tableros contra chapados	Cortezas, almas, aserrín, hojas de nenúfares, recortes y residuos de chapas, recortes de paneles, lijaduras;
Producción de tableros partículas	Cortezas, cribadores, menudos, recortes de paneles, aserrín, lijaduras.

Fuente: Elaboración propia a partir de FAO. (1991)

Las industrias forestales tienen la posibilidad de aprovechar los residuos que proceden de la madera como materiales de construcción baratas, las astillas como combustible y

fabricación de objetos de artesanías, materias primas para tableros de partículas y tableros de fibras. Lo anterior depende de la ubicación de los aserraderos y los productores de muebles. A continuación, en la tabla 2 se indican las salidas de estos residuos.

Tabla 4. Utilización de los residuos de madera

ASERRÍO	Recortes y costeros	Materiales baratos de construcción, leña y fabricación de pastarecortes y aserrín;
	Astillas de canteados descortezado	Fabricación de pasta y leña
FABRICACIÓN DE MADERA TERCIA DA	Almas de trozas para desenrollar	Fabricación de madera aserrada
	Astillas de almas	Fabricación de pasta
	Recortes y astillas de chapa	Leña
TABLEROS DE PARTÍCULAS	Utiliza todos los residuos antes mencionados como materia prima para la fabricación de tableros, reciclándose la mayoría de sus propios residuos dentro del proceso	

Fuente: Elaboración propia a partir de FAO. (1991)

1.1. Fabricación de tablero aglomerado que se realiza con diferente pegantes.

Los residuos antes mencionados también pueden ser materia prima para la fabricación de tableros, reciclándose en algunos casos de sus propios residuos dentro del proceso. Este tablero puede ser el producto de un proceso industrial en donde se utiliza la madera traída de bosques. Se espera que esta provenga de una reforestadora que garantiza la permanencia de árboles de donde se extrae la madera, como lo indica Cassandro-Cajiao, (2018) en el estudio de paneles compuestos por guadua, en donde sostiene que los profesionales, investigadores y cultivadores tienden a mantener una proyección hacia el aprovechamiento de este recurso natural, renovable y sostenible, debido a en la actualidad se hace necesaria su utilización en proyectos esenciales.

Como producto forestal el tablero o panel es un elemento que se obtiene de la madera mediante algún proceso industrial y se presenta en forma de hojas, las cuales están constituidas por chapas, partículas o fibras. Los diseños actuales están utilizando para la fabricación los tableros de madera, ya que son fáciles de utilizar para fines estructurales o decorativos (Chan, et al. ,2004). Estos muebles por razones de comodidad para procesarlo se están produciendo en los países de América Latina.

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, por sus siglas en inglés), los tableros son de tres tipos: los de madera contrachapada o tríples, los de fibra y los de partículas. Cada tipo de tablero se distingue por sus características particulares, pero, en general, presentan grandes ventajas con respecto al uso de la madera aserrada.

Algunas de estas ventajas señaladas por Chan, et al. (2004). son:

- Se aprovechan mejor toda la lámina o tablero ya que no tienen como en la madera aserrada, nudos, desviación de la fibra u otros defectos.
- Como sus dimensiones son mayores que las obtenidas en piezas de madera aserrada, con ellos es posible cubrir con facilidad grandes superficies.
- Reducen el desperdicio en su procesamiento, ya que se producen con material que en algunos aserraderos consideran que es material de desecho o de desperdicio.
- Pueden diseñarse para satisfacer necesidades con determinadas características de resistencia al agua, al fuego, a la pudrición o a acciones mecánicas requeridas para aplicaciones estructurales.
- Posibilita la utilización de especies de rápido crecimiento y de ciertas especies blandas y marginadas.

Otra ventaja de la fabricación de tableros o paneles es el uso de desperdicios o residuos de otras manufacturas de madera y la utilización de árboles de baja durabilidad de menor uso comercial como madera aserrada. En condiciones severas de humedad no se recomienda utilizar aglomerados, por cuanto el agua es un disolvente de los pegantes y adhesivos que le dan consistencia al tablero.

La industria de los tableros elaborados con base en partículas de madera ha venido ampliando el tipo de materia prima. Ahora se utilizan residuos como la corteza y el polvo producido por el lijado. También se han comenzado a mezclar especies maderables con diferentes densidades.

En la elaboración de los tableros se están empleando capas con partículas de distinto grueso, con lo que se consigue que las partículas de mayor grueso queden al centro y las partículas más finas queden en las caras. Así, se aprovecha la resistencia mecánica de las partículas más gruesas y la apariencia de las partículas finas que pueden ser tratadas con pinturas y acabados decorativos.

De acuerdo con Echenique, et al. (1993) las partículas usadas para la fabricación de tableros se muestran en la figura 3:



Figura 3. Partículas usadas para la fabricación de tableros.
Fuente: Elaboración propia.

Mediante la orientación de las partículas se logra mejorar las condiciones físicas y mecánica de los tableros de manera que estos puedan ser usados en una variedad productos. Tableros de gran resistencia mecánica que pueden ser usados para fines estructurales, otros que por la presentación de las superficies les agregan valor a los muebles, ya que toman la apariencia de la madera aserrada, con los colores y la forma de las fibras, las cuales pueden ser cubiertas con pinturas. Para obtener estos resultados es necesario cuidar la calidad de las superficies de los tableros, ya que su superficie deberá contener en su mayoría partículas pequeñas para le den un buen acabado al mueble.

Estas partículas para los tableros pueden producirse a partir de troncos enteros o de residuos, en algunos casos suelen preferirse las que son de baja densidad. La partícula ideal en cuanto la resistencia mecánica y las dimensiones mantienen un grueso uniforme con alta relación entre el largo y el grueso. Echenique et al (1993), señala que en la práctica las partículas varían en tamaño y a veces su tamaño se reduce al de unas cuantas fibras unidas entre sí.

Avances tecnológicos para la elaboración de paneles de madera.

Aun cuando todavía no se puede considerar que se ha logrado encontrar la forma de recuperar los desechos de la madera, al parecer las tecnologías y los avances en la elaboración de paneles, parece ser una alternativa que ofrece posibilidades y que a futuro pueden mejorar tanto el procesamiento y uso de la madera aserrada, hasta convertirse en una alternativa viable de aprovechar al máximo los desperdicios o desechos de esta.

La madera elaborada en forma de láminas mediante un proceso industrial fue adquiriendo importancia en la medida que se tenía conciencia, especialmente en Europa de la importancia de proteger los árboles y al encontrar que el uso de la madera aserrada solo aprovecha un 32%, en cambio cuando se utiliza para elaborar láminas de madera se logra aumentar este aprovechamiento. Al utilizar madera fina, como las ramas y recortes, la Industria de Tableros de Partículas obtienen resultados superiores en cuanto el rendimiento. (Keil y Spavento 2009).

Chan, M., et al. (2004: 43-46) en un informe sobre la forma como se elaboran los paneles de madera señalan en cinco pasos que van desde la preparación hasta el acabado de las láminas que se comercializan. Los tableros elaborados con madera aserradas unen las cualidades de la madera maciza con las características especiales de los tableros

(estabilidad, dimensiones, resistencia, etc.). Su característica principal es su versatilidad, ya que sirven para hacer un mueble y cubren superficies como pisos.

La empresa Novopan en el Ecuador, cuenta con los sistemas más modernos de América Latina y posee un Patrimonio forestal de más de 7.400 hectáreas establecidos con las especies de Pino y Eucalipto los cuales usan para el proceso de fabricación de tableros y la principal materia prima es la madera. En la figura 4, se muestra el proceso completo desde las plantaciones de árboles de pino y eucalipto hasta el almacenamiento de este, pasando por procesos mecánicos y químicos.

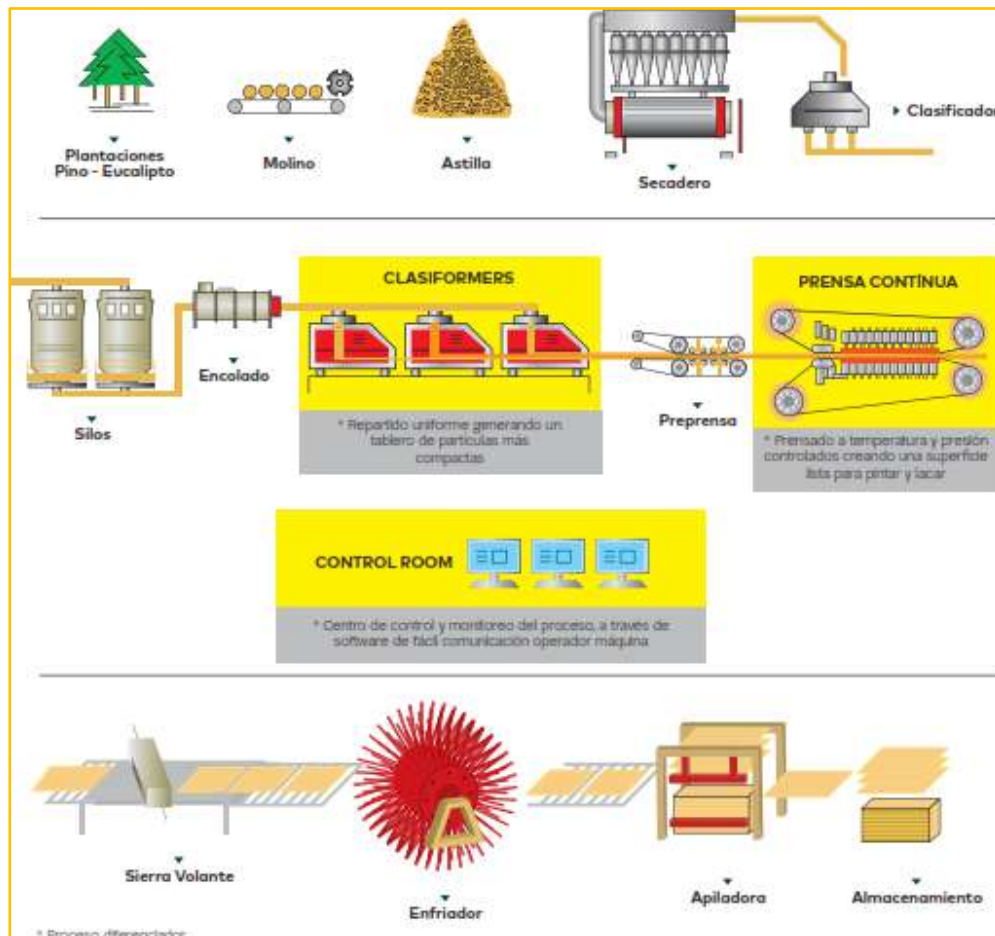


Figura 4. Proceso de fabricación del MDP por Novopan del Ecuador.
Fuente: Novopan, 2018.

Cabe mencionar, que existe una manera efectiva de aprovechar los residuos de maderas, la cual es la técnica de elaboración del tablero de virutas OSB (Oriented Strand Board), que en español quiere decir; tableros de virutas orientadas. Este producto puede estar compuesto por tres o cinco capas acomodadas perpendicularmente entre sí. Las virutas son encoladas y prensadas en caliente y usando una resina fenólica. Para compactar estos tableros se utiliza el método de platos calientes, por medio de una prensa hidráulica a una temperatura de 100°C. (Jiménez, 2016).

METODOLOGÍA

Para el desarrollo del capítulo de revisión se generó un proceso de búsqueda de documentos científicos a cerca de conceptos, información e investigación para dar respuesta al interrogante inicialmente planteado sobre los avances tecnológicos para el aprovechamiento de residuos sólidos en la fabricación paneles, laminas y/o tableros como estrategia de economía circular.

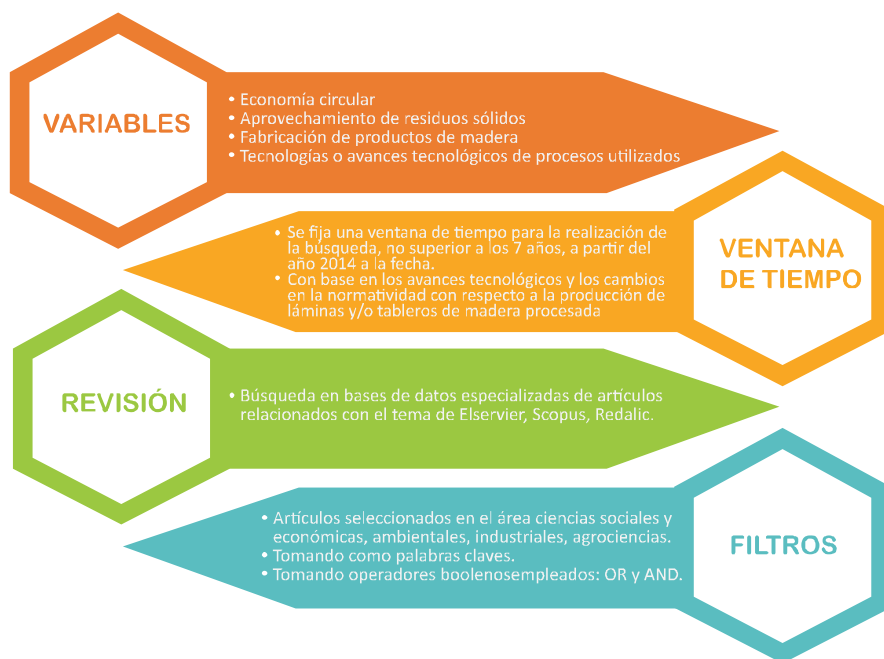


Figura 5. Criterios de búsqueda
Fuente: Elaboración propia 2020.

Los criterios de búsqueda de la literatura definieron una serie de variables tales como: Economía circular, aprovechamiento de residuos sólidos, fabricación de productos de madera (paneles, laminas, y/o tableros) y finalmente las tecnologías o avances tecnológicos de procesos utilizados para la elaboración de láminas y/o tableros de madera procesada, teniendo en cuenta los siguientes criterios de búsqueda.

Como segunda instancia se realizó una búsqueda de procesos y tecnologías utilizadas para la elaboración de lámina y/o tablero de madera obteniendo como resultado los siguientes casos:

- **Caso 1: Reino Unido – MDF Recovery:** La empresa MDF Recovery, del Reino Unido, consta de 40 años con la producción de MDF el cual, es integrado en productos de construcciones y maneja anualmente un volumen de más de 75 millones de toneladas en productos nuevos. A partir de los desechos ocasionados de MDF accede a la recuperación de fibra de la madera en alta calidad, Producen fibras de madera en el rango de 0.5 mm a 3 mm; con la misma calidad de la madera virgen. Este material es manejado de manera sostenible. (Recovery, 2017).
- **Caso 2: Reino Unido - BioComposites:** El BioComposites Center en compañía con la Asociación de Investigación de la Industria del Mueble del Reino Unido (FIRA) y C-Tech Innovation estudiaron el proceso para reciclar MDF de desechos en nuevos paneles de MDF, dando como resultado la posibilidad de reciclar MDF desechos en MDF "nuevo" utilizando tecnología de microondas para reprocesar las fibras; la clave fue el procesamiento continuo que no dañó las fibras.
- **Caso 3: Portugal - Sonae Industria:** En Portugal, La empresa SONAE Group, fabrica paneles de madera que se usa con fines de construcción. Estos paneles

producidos a base de madera funcionan como depósitos de carbono, lo que ayuda a mitigar las emisiones de CO₂. Cuando acaban su vida útil, pueden reciclarse y transformarse en nuevos productos, de esta manera se reincorporan a un nuevo proceso de reciclaje. (Industria, 2016)

- **Caso 4: Corea - Hidrólisis:** Investigadores de Corea, en el 2017, desarrollan una técnica para eliminar el adhesivo contenido en la placa de fibra, el cual, consiste en un método que puede reciclar el tablero. Algunas tecnologías desarrolladas son: La molienda mecánica, hidrólisis térmica y pulpa química trituradas (Reyes, 2018). Este desarrollo intenta resolver los problemas del MDF, con una etapa donde se tritura la placa de fibra que contiene un adhesivo; etapa de hidrolizar el aglutinante mediante tratamiento con una solución ácida para la placa de fibra, el nitrógeno de la placa de fibra pasa a través de la etapa para recuperar la fase sólida, separando el producto en una fase líquida y en una fase sólida. Proporciona un método para eliminar el adhesivo. (Park Byeong-Dae, 2016).
- **Caso 5: Tecnología en Colombia:** La empresa Primadera, en Colombia, cuenta con proceso de fabricación de tableros aglomerados, los cuales vienen integrados por paneles conformados por virutas o partículas encoladas con resinas sintéticas. Tiene como opción de materia prima la madera urbana o madera proveniente de reciclaje, por esto, es pionera en Colombia en el uso de madera reciclada, contribuyendo a la preservación del medio ambiente y generando un impacto social positivo. (Primadera, 2016). El material se envía a Gachancipá para procesarla en una línea especial de limpieza, que retira todos los contaminantes para entregarla al proceso en condiciones similares a las de la madera virgen. (TCC, 2018).

RESULTADOS

La revisión sobre lo que se está haciendo sobre la economía circular y aprovechamiento de los residuos de la madera se destaca una empresa del Reino Unido quien permite la recuperación de fibra de madera de alta calidad a partir de MDF de desecho. La empresa produce fibras de madera en el rango de 0.5 mm - 3 mm; la misma alta calidad que la fibra de madera virgen. Hay más de 40 años de producción de MDF integrados en productos y edificios y más de 75 millones de toneladas de productos nuevos que se fabrican cada año. Este material debe manejarse de manera sostenible. (Recovery, 2017).

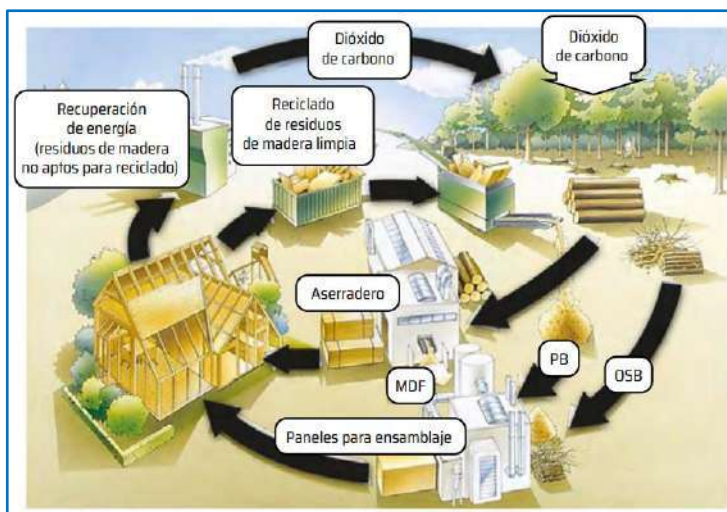


Figura 6. Ciclo de vida de los tableros a base de madera MDF.
Fuente: López, Vega, Rendón, & Tobón (2019).

En la Figura 6 se muestra el proceso de fabricación de los tres tipos de tableros a base de madera comercialmente más usados (PB: Particle board / tablero de partículas; OSB: Oriented strand board / tableros de virutas orientadas; MDF: Medium density fiberboard / tablero de fibras de densidad media); en dicho proceso se realiza aprovechamiento de residuos, bien sea para la producción de los mismos tableros, bien sea para la recuperación en energía. (López, Vega, Rendón & Tobón, 2019).

La tecnología de MDF Recovery ofrece un proceso comercialmente viable para recuperar madera de MDF usados o no; es la primera alternativa al vertido o incineración de MDF y permite que la fibra recuperada se reintegre a la producción de tableros de fibra o se utilice para la fabricación de productos de aislamiento térmico de alta calidad. En el proceso manejan hidrólisis y acción físicas trabajando juntas; esto permite acelerar rápidamente el proceso de degradación del enlace de resina. En general, no se agrega ningún producto químico en el proceso aparte de una pequeña cantidad de sal para ayudar a la conductividad, en caso de que las condiciones locales del agua lo exijan.

La producción de tableros de madera aglomerada es una parte importante en el ciclo de la madera que se toma de la naturaleza y luego de aserrada se transforma en muebles para el hogar, oficina y otros usos, generalmente de tipo residencial. Este proceso genera residuos los cuales, objeto de interés de este capítulo, de interés de este capítulo, dichos residuos sólidos pueden ser utilizados en la construcción de paneles que posteriormente pueden ser ofrecidos en el mercado convertidos en tableros de madera, dándosele un mejor uso evitando que tales residuos se transformen en sustancias químicas perjudiciales.

Este producto requiere de energía eléctrica, energía térmica, materias primas, gas natural y aditivos, que hacen posible la construcción de tableros para distintos usos de la madera evitando el consumo de madera aserrada. En estos momentos el uso de la resina UF en el proceso industrial, con el 44,0% del consumo total, permite mejor la presión sobre los recursos materiales renovables.

Silva (2012) en su trabajo, encontró que la resina UF tiene uno de los impactos ambientales más significativos para la toxicidad humana y mantener la deforestación que está afectando el calentamiento global con el 22,5% ciclo de vida productivo del MDP.

La figura 7 muestra el ciclo que lleva a la producción de un tablero aglomerado, con su respectivo proceso.

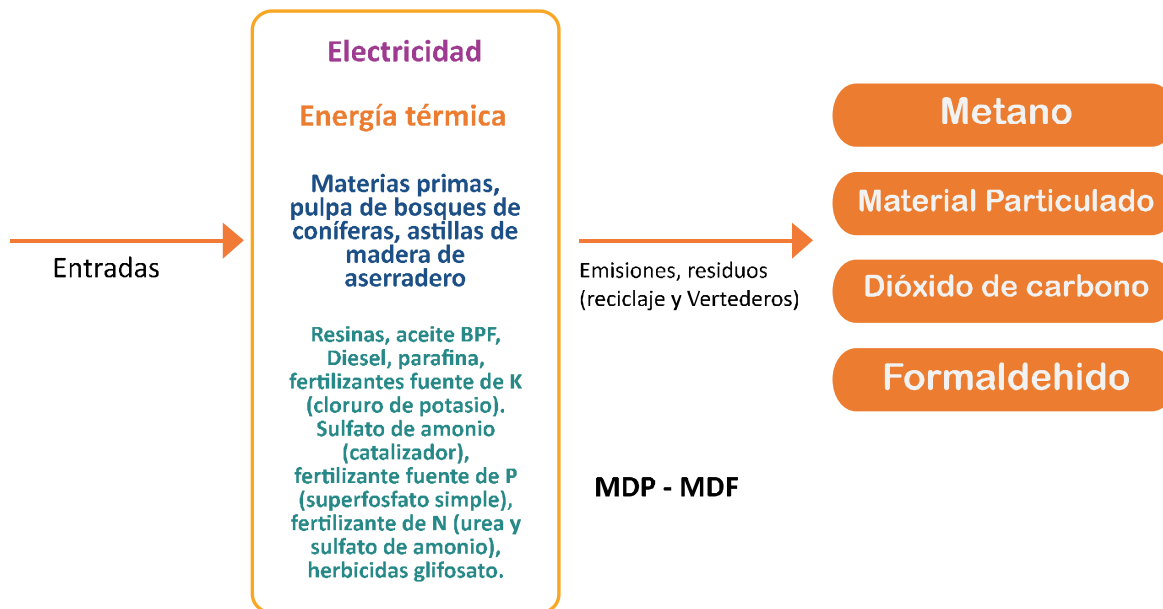


Figura 7. Diagrama de entradas y salidas del sistema de producción de un tablero aglomerado.
Fuente: Reyes, A. (2018).

También, se evidencia la necesidad de minimizar el consumo de madera, debido a los impactos potenciales del subsistema de producción forestal como un todo, en especial, para la eutrofización y la ecotoxicidad.

Aun cuando no se esperaba encontrar otros usos de la madera, el trabajo de Mutz, Hengevoss, Hugi, & Gross, (2017). Muestra la posibilidad de convertir la madera en biocombustibles líquidos y en productos químicos, usando dos tecnologías básicas: la conversión bioquímica y la conversión termoquímica (gasificación y pirólisis).

En ese proceso de conversión bioquímica, la madera tratada con enzimas libera azúcares hemicelulósicos y celulósicos que se elaboran ulteriormente para la producción de etanol y otros productos. De igual forma, el proceso de gasificación, la madera y la corteza,

calentadas en un ambiente pobre en oxígeno, producen una mezcla de monóxido de carbono e hidrógeno, que, una vez purificada, da origen a un gas sintético. El gas sintético, licuado ulteriormente, se utiliza como combustible de transporte, tal como se describe en la figura 8.

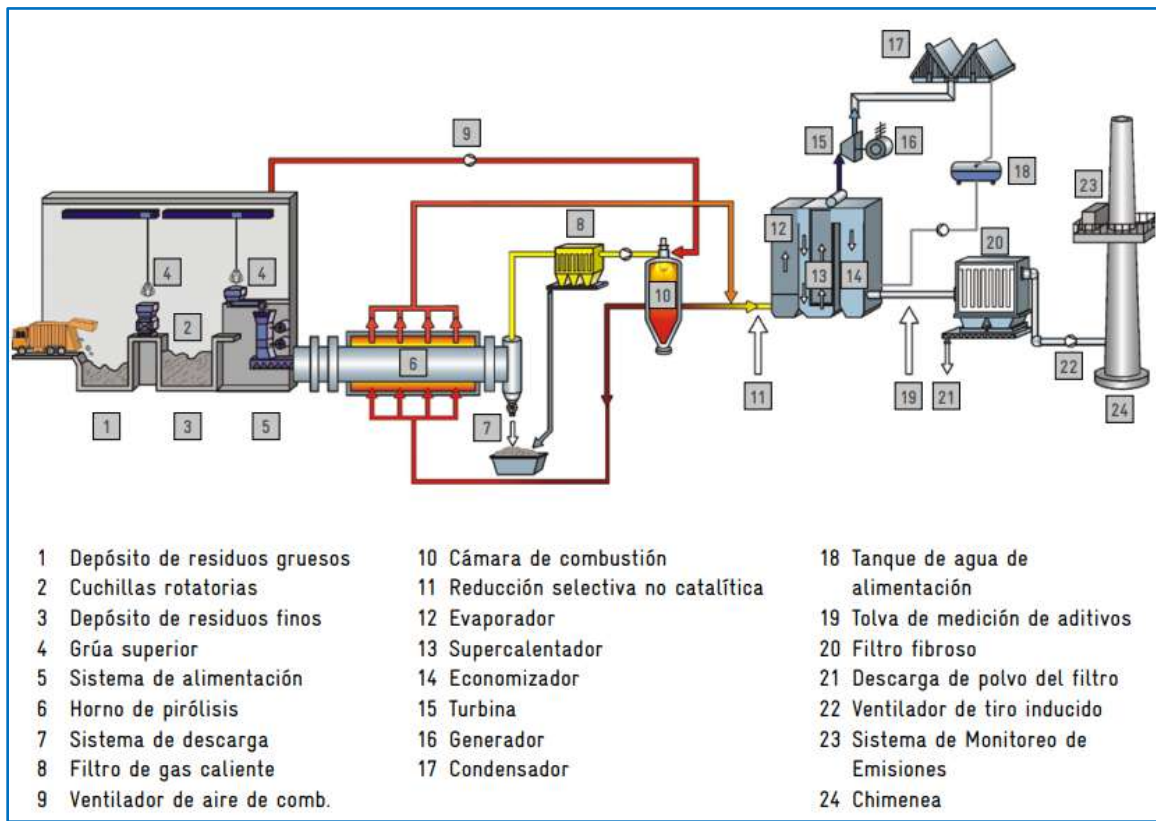


Figura 8. Componentes de una planta de pirólisis para el tratamiento de residuos sólidos específicos.
Fuente: Mutz, Hengevoss, Hugi & Gross (2017).

CONCLUSIÓN

Al terminar este capítulo se puede afirmar que los productos de madera como todos los materiales que vienen de la naturaleza cumplen un ciclo que se cierra cuando sus residuos se pueden volver a utilizar y los desechos nuevos pueden volver a su estado inicial por

descomposición natural, o por su conversión en combustible para producir energía. Es el círculo que permite la utilización completa de estos recursos, es decir, lo que en este capítulo se define como economía circular.

Se encontró que en los procesos de conversión de la madera en biocombustibles líquidos y en productos químicos, usan dos tecnologías básicas la bioquímica y la termoquímica (gasificación y pirólisis). La madera tratada con enzimas libera azúcares hemicelulósicos y celulósicos que se elaboran ulteriormente para la producción de etanol y otros productos. Los residuos también se transforman en diversos productos para suministrar energía térmica. La madera y la corteza, calentadas en un ambiente pobre en oxígeno, producen una mezcla de monóxido de carbono e hidrógeno, que, una vez purificada, da origen a un gas sintético, el cual, al ser licuado ulteriormente, se utiliza como combustible limpio de transporte.

El tema de la productividad en los subsectores de fabricación de muebles que ha interesado a los investigadores y empresarios de la red, muestran incrementos en algunos países por encima de la productividad de la industria manufacturera nacional, destacándose los muebles para oficina, comercio y servicios, tanto en la oferta como en las compras y una tendencia hacia el aumento en las cuentas de la industria nacional.

A pesar de su comportamiento en términos de productividad sigue siendo un sector altamente atomizado; es una pequeña y mediana industria dirigida por empresarios que basan su economía familiar en ella. Su comportamiento económico sigue dependiendo del desempeño del sector de la construcción. Una dinámica menor de este último incide negativamente en la demanda de productos de madera dentro del encadenamiento lógico del ciclo productivo.

El sector se encuentra dentro de la cadena productiva forestal, lo que implica que tiene una gran composición de medianas empresas y particulares, participantes en la extracción de la madera. Estos comercializan de la madera como materia prima de las cadenas productivas de madera (pulpa - papel y la de aglomerados y contrachapados), muebles y productos de madera, así como insumos utilizados en los procesos del sector. Siendo proveedores principales de la industria de la construcción y el amueblamiento de casas y apartamentos.

A pesar de tener un alto potencial de desarrollo por la tradición en sus procesos de fabricación, muestra debilidades ocasionadas por problemas tecnológicos y administrativos. Es evidente los rezagos en materia de diseños y acabados, siendo poco valorados los diseñadores por la copia habitual de los mismos. Por otro lado, se observa una muy baja difusión de las tecnologías modernas de gestión, limitada exclusivamente a las compañías más grandes, y una situación muy heterogénea en lo que respecta a tecnologías de proceso.

Los documentos consultados para el aprovechamiento de residuos sólidos en la fabricación de muebles de madera muestran como la utilización de estos residuos para elaborar tablero de madera aglomerada, es posible en la medida que se revise el uso de sustancias químicas perjudiciales, los cuales son transformados en procesos físicos para generar emisiones como el metano, dióxido de carbono, formaldehído y material particulado, produciendo tableros de fibra de densidad media (MDF). La evaluación del ciclo de vida de la producción del panel de madera MDP muestra los resultados del gasto energético, consumo de materias primas, emisiones de agua y suelo, flujos de entradas y salidas para la reutilización de estos.

REFERENCIAS

- Álvarez, E. (2005). Residuos madereros, transformación y usos. Capítulo 5. Algunos usos de los principales residuos madereros transformados (I). Recuperado el 10 de octubre de 2016, de: <http://www.mailxmail.com/curso-residuos-madererostransformacion-uso/algunos-usos-principales-residuosmadereros-transformados-1>
- Bustos, C. (2009). La problemática de los desechos sólidos. *Economía*, (27),121-144. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=1956/195614958006>
- Carrillo-Hermosilla, J. et al. (2010). “Diversity of eco-innovations: Reflections from selected case studies,” *J. Clean. Prod.*, 18(10–11), 1073–1083.
- Cassandro-Cajiao, R. (2018). Panel térmico estructural compuesto en guadua y cartón. Modelo experimental aplicado al clima de la zona cafetera. *Rev. Arquít.* [online]. 20(2), 90-109. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.14718/revarq.2018.20.2.2116>.
- Castañeda, et al (2017). “*Modelo de aprovechamiento sustentable de residuos sólidos orgánicos en Cundinamarca, Colombia.*” Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/reus/v19n1/0124-7107-reus-19-01-00116.pdf>
- Chan, M., Araujo, O., Azueta, M., & Solís, L. (2004). Tableros de madera de partículas. *Ingeniería*, 8 (3), 39-46. Tableros de madera de partículas. *Ingeniería*, 8(3),39-46 Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=467/46780304>

CICO-CORPEI. (2009). Perfiles de madera y elaborados. Recuperado el 16 de octubre de 2016, de: http://www.puce.edu.ec/documentos/perfil_de_maderas_y_elaborados_2009.pdf

Echarri, L. (2008). "Ciencias de la Tierra y el Medio Ambiente." En: <http://www.tecnun.es/asignaturas/ecologiaHipertexto/13Residu/100Resid.htm>, 2008.

Echenique - Manrique R., Robles F. F. (1993). "Ciencia y Tecnología de la Madera II". Universidad Veracruzana (Textos Universitarios). Xalapa, Veracruz.

EMF (2015). Towards the circular economy. Business rationale for an accelerated transition. Ellen MacArthur Foundation, Isle of Wight.

FAO. (1991). Conservación de energía en las industrias mecánicas forestales. Aprovechamiento potencial de los residuos de madera para la producción de energía. Estudio FAO: montes 93. Editorial. FAO - Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Recuperado de <http://www.fao.org/3/t0269s/T0269S10.htm>

FAO. (2008). Bosques y energía. Estudio Fao Montes. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-i0139s.pdf>

Guzmán, M, & Macías, C. (2012). El manejo de los residuos sólidos municipales: un enfoque antropológico. El caso de San Luis Potosí, México. *Estudios sociales (Hermosillo, Son.)*, 20(39), 235-262. Recuperado en 16 de abril de 2020, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-45572012000100009&lng=es&tlng=es

Henry, G. y Heinke, W. (1999). *Ingeniería Ambiental*. México, D.F.: Prentice Hall, 1999.

Industria, S. (2016). 2016 Annual Report and Accounts, 180. Obtenido de:
<http://www.tulloil.com/Media/docs/default-source/2016-Annual-Report-Accounts/2016-Annual-Report-Accounts.pdf?sfvrsn=18>

Jiménez, P, et al., (2016) “Uso de residuos de carpintería de las especies *Prosopis alba* y *Pinus sp.* en la elaboración de paneles aglomerados Quebracho” - *Revista de Ciencias Forestales*, 24 (1-2), 26-35.

Keil G y Spavento E (2009). Industrias Forestales I Tableros de Partículas. Informe sobre la industria forestal. Buenos Aires: Universidad de la Plata

López, L., Vega, L., Rendón, C., Tobón, S. (2019). Aprovechamiento de residuos madereros: cuantificación, caracterización y valorización. Corporación Universitaria Remington, Servicio Nacional de Aprendizaje (Sena). Medellín, Colombia.

López-Núñez, A., Álvarez-Meythaler, A., & Méndez-Reátegui, R. (2017). Condiciones físicas de los residuos de aglomerados y su impacto económico a nivel empresarial. *Qualitas*, 14, 87-101. ISSN: 1390-6569.

McDonough, W. & M. Braungart, (2002). *Cradle to cradle: remaking the way we make things*. New York: North Point Press.

Mecanizado de madera y derivados (2020). Materiales en relación con el mecanizado de madera y derivados. Disponible en:
reader.digitalbooks.pro/content/preview/books/18883/book/OEBPS/Text/9788415648406_Ch1.html

- Mont, O., (2002) “Clarifying the concept of product – service system,” *J. Clean. Prod.*, 10(237–245).
- Muradin, M. and Foltynowicz, Z., (2019). The Circular Economy in the Standardized Management System. *Amfiteatru Economic*, 21(13), 871-883. DOI: 10.24818/EA/2019/S13/871
- Mutz, D., Hengevoss, D., D., Hugi, Ch., & Gross, T. (2017). Opciones para el aprovechamiento energético de residuos en la gestión de residuos sólidos urbanos. Universidad de Ciencias y Artes Aplicadas del Noroeste de Suiza. Recuperado de: <https://www.giz.de/en/downloads/Guia%20GIZ%202017%20WasteToEnergy%20-%20SP.pdf>
- Oblitas, J., Sangay, M., Rojas, E., Castro, W. (2019). Economía circular en residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, XXV(4). Recuperado de: <https://www.redalyc.org/jatsRepo/280/28062322016/html/index.html>
- Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUUDI), (2007). “Guía para la Gestión Integral de los Desechos Sólidos Urbanos.” En: http://193.138.105.50/filestorage/download/?file_id=72852, 2008.
- Panel, W. B. I. (2012). Recycling MDF: are we there yet? Recycling MDF: Are We There Yet?, 1. Obtenido de: <http://www.wbponline.com/features/recycling-mdf-are-we-there-yet/>
- Park Byeong-Dae, R. R. M. (2016). Patent. Korean. Obtenido de: [https://patents.google.com/patent/KR101757858B1/en?q=\(mdf\)&q=\(recycle\)&befo](https://patents.google.com/patent/KR101757858B1/en?q=(mdf)&q=(recycle)&befo)

re=priority:20180101&after=priority:20100101&oq=(mdf)+(recycle)+before:priority:20180101+after:priority:20100101

Prieto-Sandoval, V., Jaca, C., Ormazabal, M. (2017). Economía circular: Relación con la evolución del concepto de sostenibilidad y estrategias para su implementación. *Memoria Investigaciones en Ingeniería*, 15. ISSN 2301-1092 • ISSN (en línea) 2301-1106

Recovery, M. (2017). MDF Recovery's innovative processing technology. Obtenido de: <http://www.mdfrecovery.co.uk/technology/>

Reyes, A. (2018). Propuesta de proceso para la transformación con fines de reciclaje, del principal residuo aglomerado distribuido y procesado por la empresa Madecentro Colombia S.A.S. Trabajo de grado para optar el título de Magíster. Universidad Santo Tomás.

Stahel, W. R. (2016). "Circular Economy," *Nature*, 10(4), 6–9.

Steffen, W. et al (2015). Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science*, 347 (6223), 1259855(1-10).

TCC. (2018). Tcc y primadera: juntos por el reciclaje de la madera. Obtenido de: <https://www.tcc.com.co/tcc-y-primadera-juntos-por-el-reciclaje-de-la-madera/>

Tucker, A. (2015). "Product services for a resource-efficient and circular economy - A review," *J. Clean. Prod.*, 97, 76–91.

Tucker, A. Y Tischner, U. (2006). «Product-services as a research field: past, present and future. Reflections from a decade of research». *Journal of Cleaner Production*, 14(17), 1552-1556.

Van Der Wiel, A. et al., (2012). “Reverse logistics for waste reduction in cradle-to-cradle-oriented firms: waste management strategies in the Dutch metal industry,” *Int. J. Technol.*

Witjes, S. & R. Lozano. (2016). “Towards a more Circular Economy: Proposing a framework linking sustainable public procurement and sustainable business models,” *Resour. Conserv. Recycl.* 112, 37–44.



CAPÍTULO III

ECONOMÍA CIRCULAR Y ECODISEÑO, ELEMENTOS INNOVADORES EN LA INDUSTRIA DEL MUEBLE EN IBEROAMÉRICA

Autores

Adriana Uribe Uran
Christian Carvajalino Pérez
Elcira Solano Benavides

DISEÑO SOSTENIBLE Y ECONOMÍA CIRCULAR EN LA CADENA DE VALOR DEL MUEBLE

Adriana Uribe Uran¹

Christian Carvajalino Pérez²

Elcira Solano Benavides³

RESUMEN

En el presente capítulo, se examina el caso de una iniciativa social canadiense consistente en donaciones de muebles a ciertos rangos de poblaciones desfavorecidas encontrándose que las características de los muebles donados son un factor importante para el beneficio y conservación del medio ambiente como aporte en la economía circular. A través de un modelo econométrico fueron analizados una serie de datos y variables de corte transversal lo cual hizo posible concluir que las donaciones de muebles mejoran de manera significativa el medio ambiente en las zonas en las que estas se producen.

¹ Administradora de Empresas, Universidad Nacional a Distancia-Universidad Industrial de Santander, Especialista en Gerencia, Universidad de Santander, Magister en Administración, MBA, Universidad del Norte, Doctora en Administración, Universidad Autónoma de Querétaro-México; Investigadora Sénior de acuerdo a la clasificación vigente de Min-ciencias. Autora de publicaciones investigativas enfocadas hacia temáticas organizacionales y de Responsabilidad Social Empresarial.

² Administrador de Empresas, Especialista *en Mercadeo y Magister en Mercadeo* de la Universidad Autónoma del Caribe MBA - Escuela de Organización Industrial de Madrid. . *Especialista Europeo en Marketing Relacional y Fidelización* del IEDGE Business School de Madrid. Certificado por Berkeley en *Customer Loyalty Management*. Conferencista en temas relacionados a marketing y emprendimiento.

³ Economista, Universidad de Atlántico, Especialista en Economía, Universidad del Norte, Magíster en Economía Aplicada, Universidad de Antioquia, Doctora en Ciencias Económicas, Universidad del Zulia. Ex -vicerrectora Administrativa y Financiera, Ex -jefe Centro de Investigaciones de la Facultad de Ciencias Económicas, ex Editora de la Revista Ensayos de Economía de la Universidad del Atlántico. Autora de artículos varios en temas económicos y educativos..

Esta revisión es motivada por la relevancia de la economía circular como modelo de desarrollo sostenible para la cadena de valor del mueble; la información obtenida permitió extraer conclusiones y reflexiones que pueden extrapolarse al contexto iberoamericano, bajo el interés de que estas buenas prácticas sean replicadas. Los resultados arrojaron que iniciativas de este tipo propias de las prácticas de la economía circular, deben replicarse en procura de la mejora del medio ambiente.

Palabras clave:

Economía circular, diseño sostenible, cadena de valor, medio ambiente, muebles, modelo.

Abstract:

In this chapter, the case of a Canadian social initiative consisting in furniture donations to certain ranges of disadvantaged populations is examined, finding that the characteristics of donated furniture are an important factor for the benefit and conservation of the environment as a contribution to the circular economy. A series of data and cross-sectional variables were analyzed through an econometric model, which made it possible to conclude that furniture donations significantly improve the environment in the areas where they occur.

This review is part of the review of circular economy initiatives as a sustainable development model for the furniture value chain whose information allowed conclusions and reflections to be drawn that can be extrapolated to the Ibero-American context, in the interest of replicating these good practices. The results showed that initiatives of this type typical of the practices of the circular economy must be replicated in search of improving the environment.

Keywords:

Circular economy, sustainable design, value chain, environment, furniture, model.

INTRODUCCIÓN

La economía circular y el diseño sostenible hacen parte de las iniciativas que abogan por la conservación de los recursos naturales y el medio ambiente, en un mundo en el que cada vez ambos se ven más seriamente amenazados. Bajo el interés de entender el tema y guiados por la siguiente pregunta de investigación: Como contribuye la industria del mueble a mejorar el medio ambiente a través del diseño y de la aplicación de la economía circular?, en este capítulo, se hace revisión de literatura sobre estos dos tópicos y se examinan las bases de datos obtenidas a través del Furniture bank , en un determinado rango de tiempo, las cuales dan cuenta del comportamiento de las donaciones de muebles en esta organización canadiense de carácter social, con el fin de examinar las medidas, características y usos más frecuentes de los muebles donados y con base en ello determinar su beneficio para la conservación del medio ambiente como aporte en la economía circular. Para la realización de dichas estimaciones se hizo uso de un modelo panel data, propio de la metodología econométrica que permitió analizar datos de corte transversal y series de tiempos, eliminando la heterogeneidad y el sesgo entre las variables (Mayorga y Muñoz, 2000).

Hacen parte del conjunto de elementos examinados: los segmentos de consumidores para cada tipo de mueble, el tipo de materiales utilizados para su fabricación, así como sus medidas, peso y volumen, utilización y los posibles impactos en el medio ambiente que estos pudiesen tener.

Esta investigación es motivada por el interés de conocer ejemplos de iniciativas que propendan por la aplicación de la economía circular como modelo de desarrollo sostenible para la cadena de valor del mueble; la información obtenida permitió extraer conclusiones y reflexiones que pueden extrapolarse al contexto iberoamericano, bajo el interés de que estas buenas prácticas sean replicadas.

En la cadena de valor del mueble existen varios puntos críticos que impactan el medio ambiente, tales como las materias primas utilizadas no solo en cuanto al tipo de maderas para fabricar sino al empleo de productos, como colas de formaldehído y barnices o pinturas con elevado contenido en compuestos orgánicos volátiles, los cuales suponen un impacto ambiental negativo, por las características de peligrosidad de sus componentes. En los procesos de fabricación, impactan al ambiente, la generación de residuos, el tamaño del mueble y la forma de ensamblaje de las piezas, considerados ellos como factores de referencia en la actividad industrial del sector de la madera.

Tras la búsqueda de iniciativas que minimicen tales impactos negativos, se presentan en este capítulo los resultados arrojados por el programa de donaciones de muebles del Furniture Bank, que son ejemplo de los postulados que pregona la economía circular, porque efectivamente mejoran el medio ambiente, dada la correlación encontrada entre las cantidades donadas de muebles en toneladas y el mejoramiento del medio ambiente.

Experiencias similares podrían ser implementadas en Iberoamérica en donde no se conocen antecedentes significativos de este tipo de iniciativas, en procura de ayudar a mejorar las condiciones del medio ambiente, apoyar a sectores poblacionales desfavorecidos y con ello impulsar la bondadosa ejecución de la economía circular.

METODOLOGÍA

El presente capítulo ha sido abordado mediante un diseño metodológico de enfoque mixto, por cuanto a través del punto de vista cualitativo fue posible analizar, codificar y comparar la información documental y extraer las principales conclusiones y a través de la orientación cuantitativa se examinaron y contrastaron cifras y datos numéricos. Se trata de una investigación de carácter aplicado por su contexto práctico y no experimental; de tipo descriptivo dado que se ocupa de conocer características de ciertas variables y co-relacional porque en ella se estudiaron las relaciones de unas y otras variables de estudio.

Se utilizó la técnica de la evaluación y revisión de un inventario de datos similares mediante la utilización de la metodología de modelo estático que permitió modelar la estructura de un sistema en determinados rangos de tiempo (Yeates y Wakefield, 2004) y del panel data, consistente en una metodología econométrica que permite analizar datos de corte transversal y series de tiempos permitiendo eliminar la heterogeneidad y el sesgo entre las variables

Los instrumentos de análisis, consisten en una serie de “data sets” que dan cuenta de información recolectada entre los años 2015 al 2018 sobre las características físicas como ancho, alto, profundidad, peso y volumen de los ítems donados, calculan sus dimensiones y promedian las clases y cantidades de entradas de estos ítems por sectores geográficos de Canadá, país de locación de la iniciativa, e informan el destino final y períodos de tiempo transcurridos entre recepción y entrega que estos tuvieron.

REVISIÓN DE LITERATURA

En el estado del arte existen diversas contribuciones que permiten generar un acercamiento entre la economía circular y algunas de las dimensiones del diseño como factor determinante para el aprovechamiento de residuos.

Según Cerda y Khalilova (2016), se entiende por economía circular aquella que “es reconstituyente y regenerativa por diseño, que se propone mantener siempre los productos, componentes y materiales en sus niveles de uso más altos” (p. 12). Es aquel ciclo de desarrollo continuo positivo que preserva y aumenta el capital natural, optimiza los rendimientos de los recursos y minimiza los riesgos del sistema, gestionando stocks finitos y flujos renovables, la cual funciona de manera efectiva a cualquier escala.

Prieto-Sandoval, et al, (2017), afirma que la economía circular es un paradigma cuyo objetivo es generar prosperidad económica, proteger el medio ambiente y prevenir la contaminación, facilitando así el desarrollo sostenible.

Según el reporte de la European Environment Agencie (2016), otro elemento de gran valor en la economía circular es la ampliación del tiempo de vida útil de un producto por medio de la reutilización de sus elementos para preservar las materias primas y energía incorporada en sus productos y componentes, la reparación, actualización, re-manufacturación e incluso la reutilización de algunas de las estrategias de marketing empleadas en el lanzamiento inicial del producto.

Para unos y otros autores resulta importante precisar que la economía circular se fundamenta en varios principios básicos a saber: preservar y aumentar el capital natural controlando los stocks finitos y equilibrando los flujos de recursos renovables, optimizar el

rendimiento de los recursos, circulando productos, componentes y materiales en alto nivel de utilidad en todos sus ciclos y promover la efectividad del sistema, haciendo patentes y proyectando eliminar las externalidades negativas o daños causados a los sistemas y áreas que afecten a las personas. Graziani, P. (2018).

Por su parte, el diseño sostenible para UNEP y TU (2009), va más allá de hacer “verde” un producto, y trata de como satisfacer de la mejor manera las necesidades del consumidor en los niveles social, ambiental y económico, teniendo en cuenta no solo el producto sino el sistema de productos y servicios relacionados, los cuáles de manera conjunta son capaces de satisfacer necesidades del consumidor de manera más eficiente y con un valor más alto para empresas y consumidores.

El diseño de un producto es considerado como sostenible si en el aspecto social ayuda a reducir el desempleo urbano y de minorías, reduciendo la desigualdad, aumentando el número de trabajadores cualificados, eliminando todo trazo de trabajo infantil, analfabetismo y proporcionando servicios básicos de salud para quienes lo producen través de oportunidades de interacción comunitaria; si en el aspecto ambiental, ayuda a reducir el uso de energía procedente de combustibles fósiles, incrementando la eficiencia energética, reduciendo el uso de sustancias tóxicas a través de la mejora en la prevención de residuos, reciclaje y reutilización, así como la reducción de trazas industriales, residuos de agua, reducción de la deforestación, pérdida de suelo, erosión y destrucción de ecosistemas, combustión de madera y de estiércol.

En el aspecto económico, el diseño de un producto es sostenible, si crea valor equitativo para los clientes, trabajadores, accionistas y todos aquellos actores que forman parte de la cadena de valor, agregando también valía para los clientes a través de un modelo de

negocio justo, vinculando a las pequeñas y medianas empresas de países en desarrollo con compañías transnacionales.

Otro concepto en estrecha relación con economía circular y con el diseño sostenible se refiere a la cadena de valor, la cual no es otra cosa que el conjunto de actividades que se desempeñan para diseñar, producir, llevar al mercado, entregar y apoyar productos. Porter (2004).

Para Hermida y Domínguez (2014), en la cadena de valor basada en una economía circular existen tres niveles básicos de acción: el primero de ellos es reducir el consumo de recursos, emisiones de residuos, reutilización de recursos y reciclaje de componentes en coherencia con la sostenibilidad del planeta. En un segundo nivel de la cadena de valor bajo este enfoque, son importantes la reutilización y reciclaje de recursos al interior de los diferentes centros de producción que conforman la cadena, de forma que estos circulen al interior de un sistema de producción local.

En tercer lugar, para lograr la integración de los diferentes sistemas de producción y consumos locales, los recursos deben circular entre industrias y sistemas requiriéndose para ello de sistemas de recolección, almacenaje, procesamiento y distribución por producto de forma eficiente contribuyéndose de esta forma en la recuperación de recursos y a la existencia de empresas con producción más limpia y por tanto incrementando el desarrollo y oportunidades para las mismas. (Ghisellini et al., 2016).

Tras el enfoque de la economía circular y el desarrollo sostenible, se espera que el impacto ambiental sea minimizado con base en sus diferentes estrategias que van desde la eficiencia en el reciclaje, la reutilización y valoración de residuos, así como la capacidad de

innovación; las ventajas de la aplicación de estos conceptos son evidentes para la economía y el cuidado del ambiente. Tal como lo afirma Lett (2014), solo una sociedad responsable y comprometida con el cuidado del medio ambiente evitará el caos y hará el futuro posible.

Alrededor de la economía circular, algunas asociaciones dedicadas a agremiar a los productores de muebles como la Confederación Europea de Industrias del Mueble en sus siglas en inglés EFIC, han empezado a promover implementación de estrategias de economía circular para el sector; en su documento de política: la industria del mueble y la economía circular, un camino hacia la circularidad, EFIC, (2020), plantea que las pymes deben ser jugadores activos en este sentido, bajo las bases de la justa competencia y el despertar de los consumidores; para lograrlo, aspectos como el eco-diseño y esquemas EPR (esquemas de responsabilidad de los productores) son poderosas herramientas, así como el logro de uso de productos químicos inocuos para la salud y el ambiente, reciclaje y disminución de desechos.

Otra organización, la European Environmental Bureau, EEB, en su documento, Oportunidades de la Economía circular en el sector muebles, analiza los beneficios de expandir políticas de apoyo hacia una transición hacia la economía circular en la industria la cual debe tender hacia el aumento de muebles que permitan ser remodelados, reparados y reciclados, con lo cual emergerían nuevas fuentes de trabajo en el sector y se salvarían recursos del ambiente. (EEB, 2017).

De la misma forma en distintos ambientes universitarios, cada vez más estudiantes, desarrollan sus trabajos de grado sobre el tema de la economía circular aplicada a la industria del mueble; al respecto se examinan el de Silas, (2019), de Metropolia University en Finlandia, que planea como las industrias de muebles a través de la economía circular,

pueden desarrollar productos en materiales reutilizables de forma que cuando lleguen al final de su vida útil, puedan ser reutilizados, lo cual beneficia el medio ambiente y genera ahorros importantes de dinero. En otro trabajo universitario examinado, Thach, K. (2018), de Metropolia University, concluye que el modelo de la economía circular es un sistema de circuito cerrado que funciona como una máquina en la que los productos que circulan, en vez de ser eliminados son reusados y reciclados lo mayor posible, ahorrando un monto considerable de recursos tiempo y dinero a causa de la eficiencia en las tasas de consumo.

Así como asociaciones y los estudiantes lo han venido planteando, diversas publicaciones empresariales, se ocupan de explicar los principios de la economía circular; tal es el caso de IKEA, (2018), relata cómo la empresa está realizando un gran cambio hacia la implementación no solo de la filosofía de la economía circular sino que más allá de ello pero en la misma vida está innovando a través de la implementación de sistemas de leasing de muebles que van en el mismo sentido del reúso de materiales y el ahorro económico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La economía circular es la base teórica de los programas de reutilización de los bienes con el fin de mejorar el medio ambiente; es por ello que se analizaron las bases de datos del programa Furniture Bank, como organización social de reutilización de bienes cuyo objetivo es contribuir al mejoramiento del medio ambiente, transfiriendo muebles usados para el hogar donados por individuos o corporaciones, a personas o comunidades vulnerables en Canadá. Mook, Chan y Kershaw, (2015) y Furniture Bank, (2020).

Teniendo en cuenta las premisas de la economía circular, la capacidad de reutilización de los muebles obedece a factores, como sus características de diseño: peso, altura, longitud y

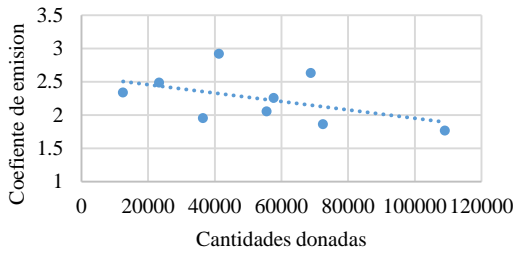
volumen y al tipo de materiales con los que estos fueron fabricados: madera, aluminio, etc. Otro factor colateral que puede ayudar al funcionamiento de la economía circular, según Hickey, Minaker, Payne, Roberts y Smith, (2019), son los incentivos económicos que reciben los donadores de muebles, tales como las deducciones en los impuestos que estos individuos deben pagar al estado.

El estudio de las bases de datos realizado para el presente capítulo, examinó si factores como los incentivos tributarios, el diseño y los materiales de los muebles donados mediante el programa Furniture Bank, fueron determinantes en el mejoramiento del medio ambiente y por consiguiente aportaron en la economía circular

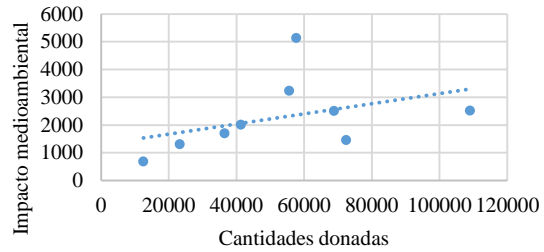
Los principales indicadores de contaminación examinados para el programa de Furniture Bank fueron: el coeficiente de emisión, que mide el impacto individual de los productos donados en toneladas de emisión de CO_2 y el impacto ambiental total, que mide el mejoramiento medioambiental de todos los muebles donados en toneladas de CO_2 .

El análisis del programa de donaciones de muebles permitió demostrar que la economía circular mejora el medio ambiente, dado que se encontró correlación entre la cantidad donada de muebles en toneladas y el mejoramiento del medio ambiente. Por ejemplo, se encontró una correlación negativa de $-0,47$ entre el coeficiente de emisión de CO_2 y la cantidad de muebles donados, es decir, a mayor cantidad de muebles donados, el coeficiente de emisión CO_2 por producto disminuye en un 47%. De igual forma, al observar el impacto medioambiental y las cantidades de muebles donados se observó una relación positiva con un coeficiente de correlación de $0,4$, lo cual demuestra que, a mayor cantidad de donaciones, el impacto ambiental mejora en un 40%, estas relaciones se pueden observar en los siguientes diagramas de dispersión.

Grafica 1. Diagrama de dispersión de coeficiente de emisión de CO₂ y cantidades donadas de muebles, 2010-2018.



Grafica 2. Diagrama de dispersión del impacto ambiental y cantidades donadas de muebles, 2010-2018.

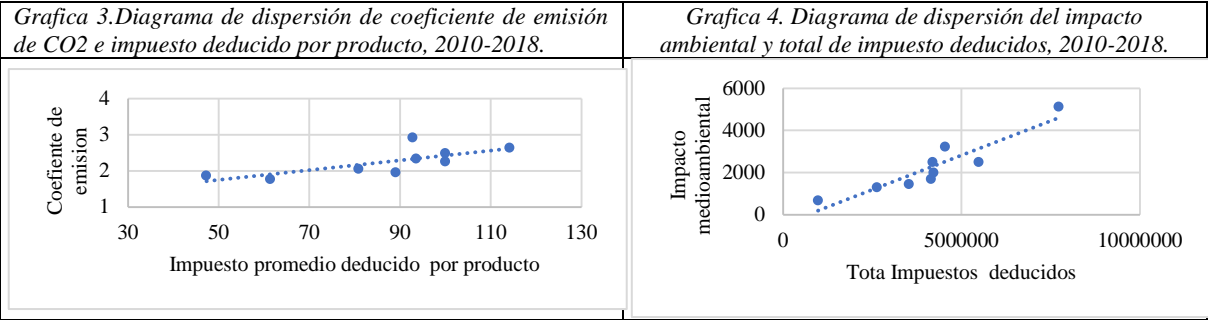


Fuente: Furniture Bank

Queda demostrado entonces que la reutilización de los muebles no solo mejora el medio ambiente, sino el nivel de vida de comunidades y personas vulnerables socialmente. Es así, que en el periodo 2010-2018, los productos donados por efecto de la economía circular, beneficiaron a 17.771 familias e individuos, de las cuales, el 38% son personas que no tienen hogar, el 21% pertenece a otras comunidades, el 16% son refugiados, el 13% son mujeres y/o niños, el 6% son migrantes, el 3% son inmigrantes recién llegados, un 2% son enfermos mentales, el 1% son indígenas, el 0.08% son población LGBT* , el 0.06% no responde y 0.01% son juventud en riesgo. Así mismo, el 64% de los clientes son adultos y el 36% son niños. Según Hickey, et al. (2019), en Canadá, el incentivo tributario que reciben los individuos que donan muebles para el hogar, es un crédito tributario que se puede deducir del impuesto a la renta que paga el individuo al estado.

En el periodo 2010-2018, en Furniture Bank por donaciones de muebles y capítulos para el hogar, se han deducido \$35.742.000 dólares canadienses, con un promedio de \$3,9 millones dólares al año.

De igual manera, la relación entre el impacto ambiental total y el total de impuestos deducidos por donar es positiva (0.92), es decir, la deducción de impuestos por donar es un buen incentivo para el mejoramiento del medio ambiente.



Fuente: Furniture Bank

En el periodo 2010-2018, los muebles y productos del hogar donados a Furniture Bank se encontraban distribuidos en los siguientes 10 grupos: el 38% eran muebles de sala, el 20%, eran muebles de comedor/cocina, el 19%, correspondía a muebles de dormitorio el 14% correspondía a muebles para el hogar y ropa de cama, un 5% a muebles de oficina, el otro 5% correspondía a arte y coleccionables, un 2% eran pequeños electrodomésticos, otro 2% eran tapetes, alfombras y cortinas, un 1% eran muebles en general y un 0,1% eran muebles para niños.

Sobre el impacto ambiental de estas familias de muebles donados en el periodo 2010-2018, se encontró que, los muebles de sala representaban el mayor impacto medioambiental con de 7,607 toneladas de co2 (t/co2), y los muebles de dormitorios con 5,350 t/co2; los de menor impacto fueron los muebles en general con 112 t/co2, muebles para niños con 41 t/co2 y arte y coleccionables con 24 t/co2. En cuanto al coeficiente de emisión de co2 por producto, se encontró que los productos como pequeños electrodomésticos y muebles para niños emitieron 2,5 t/co2. Estos dos tipos de productos utilizan metales y elementos que

emiten mayor contaminación; en cambio, los grupos con menor coeficiente de emisión son los artículos para el hogar y la ropa de cama con 1,5 t/co2, los muebles en general con 1,5 t/co2 y los correspondientes a la clasificación arte y coleccionables emitieron un 0,5 t/co2.

Las anteriores cifras se pueden observar en la tabla No 3.

Tabla 5. Impacto ambiental, coeficiente de emisión de CO2 y diseño de muebles por grupos de familia.

Familia de productos	Impacto medio ambiental al t/co2e	Coficiente de emisión de CO2 promedio t/co2e	Peso promedio (lb)	Longitud promedio (pulgadas)	Altura media (pulgadas)	Ancho promedio (pulgada)	Volume n cúbico promedio (pies cúbicos)
Sala	7607	2.4	48.3	42.1	37.1	23.2	21.1
Muebles de dormitorio	5350	2.0	65.2	64.6	27.2	36.1	30.4
Muebles de comedor / cocina	2856	2.1	39.3	33.0	39.2	21.9	19.5
Electrónica	1375	2.5	26.6	19.9	13.3	8.9	2.0
Muebles de oficina	1194	2.4	59.2	36.6	32.1	21.3	14.8
Artículos para el hogar y ropa de cama	1095	1.5	20.2	24.8	22.3	17.8	7.0
Pequeños electrodomésticos	432	3.3	36.1	19.9	23.2	17.1	4.6
Alfombras, tapetes y cortinas	370	2.1	39.9	63.1	8.8	51.4	14.6
Muebles en general	112	1.5	26.7	37.5	30.0	21.0	15.2
Muebles para niños	41	2.5	39.3	45.1	37.8	25.4	27.0
Arte y coleccionables	24	0.5	19.4	34.8	11.0	15.2	7.0
Promedio	1860	2.1	38.2	38.3	25.6	23.6	14.8

Fuente: Furniture Bank

Estimación de un modelo econométrico panel data.

El objetivo de un modelo panel data en este caso, es analizar si a través de la economía circular, factores como el diseño y los materiales de los muebles donados en el programa Furniture Bank de Toronto, así como los incentivos tributarios, que de ello se generan, son determinantes en el mejoramiento del medio ambiente. El panel data, es una metodología

econométrica que permite analizar datos de corte transversal y series de tiempos permitiendo eliminar la heterogeneidad y el sesgo entre las variables (Mayorga y Muñoz, 2000). Se estiman modelos de efectos aleatorios y efectos fijos con el fin de constatar cuál de ellas se ajusta a los datos, teniendo en cuenta los test de pruebas y la teoría económica (Arrieta, 2018).

Para medir el impacto medioambiental de la economía circular de los muebles de madera donados y reutilizados, se desarrollaron dos modelos econométricos: en el primer modelo, la base de datos utilizada son los muebles de madera donados por el programa, la variable dependiente es el impacto ambiental y en el segundo modelo la base de datos son todos los muebles donados independiente del material utilizado en su producción y la variable dependiente es el impacto ambiental.

Las variables independientes se establecieron de acuerdo a la teoría y se encuentran en forma logarítmica para obtener resultados en términos de elasticidades; primero se tienen en cuenta las variables de la economía circular: cantidad donada promedio y cantidad donada total, las variables de beneficio tributario de los donantes: impuesto deducido por productos e impuesto total deducido, las variables de diseño de los muebles: peso, longitud, altura, ancho y volumen cúbico, promedio y totales. Por último, se utilizan variables Dummy, -variables cualitativas que indican presencia o ausencia de una cualidad o atributo-, con el fin de determinar cuál de los 11 grupos de la familia de productos donados impacta el medio ambiente.

La siguiente es la especificación del modelo, en la cual la variable dependiente es el impacto ambiental, considerando la base de datos de muebles de madera donados (modelo

1) y la base de datos de todos muebles donados independiente del material utilizado en su producción (modelo 2):

$$\begin{aligned}
 LnImpmedioamb_{it} = & \\
 & \beta_0 + \\
 & \beta_1 LnCantidad_donadatotal_{it} + \beta_2 LnCantidad_donadapromedio_{it} + \\
 & \beta_3 LnTotalimpuestos_{it} + \beta_4 LnImpuestopromedio_{it} + \beta_5 LnPesolibrastotal_{it} + \\
 & \beta_6 LnPesotoneladastotal_{it} + \beta_7 LnPesopromediolibras_{it} + \beta_8 LnLongitudpromedio_{it} + \\
 & \beta_9 LnAlturapromedio_{it} + \beta_{10} LnAnchopromedio_{it} + \\
 & \beta_{11} LnVolumencubtotal_{it} + \beta_{12} LnVolumencubpromedio_{it} + \beta_{13} Mueblemadera_i + \\
 & \beta_{14} GrupoFamilia_i + \mu_{it}
 \end{aligned}$$

Donde:

Tabla 6. Especificaciones variables y signos esperados de los modelos de impacto ambiental de muebles de madera donados.

Factor	Solo muebles de madera	Todos los muebles independientes del material utilizado en su producción	Signo esperado Modelo Impacto medioambiental
Signo	i: indica el número de productos reutilizados del grupo de muebles de madera i donados a Furniture Bank.	i: indica el número de productos reutilizados del grupo de familia i donados a Furniture Bank.	N/A
	t: número de muebles de madera reutilizados en el tiempo (2010-2018) del grupo de familia i.	t: número de productos reutilizados en el tiempo (2010-2018) del grupo de familia i.	
Economía Circular	LnCantidad_donadatotal _{it} : Cantidades donadas totales de productos donados reutilizados en libras del grupo i en el periodo t.	LnCantidad_donadatotal _{it} : Cantidades donadas totales de productos donados reutilizados en libras del grupo i en el periodo t.	Positivo: A mayor cantidad de muebles donados, el impacto ambiental mejora
	LnCantidad_donadapromedio _{it} : Cantidades donadas promedio de productos donados reutilizados en libras del grupo i en el periodo t.	LnCantidad_donadapromedio _{it} : Cantidades donadas promedio de productos donados reutilizados en libras del grupo i en el periodo t.	
Incentivo a donar	LnTotalimpuestos _{it} : Total impuesto deducidos por muebles de madera donados reutilizados en dólares del grupo i en el periodo t.	LnTotalimpuestos _{it} : Impuesto total agregado por productos donados reutilizados en dólares del grupo i en el periodo t.	Positiva: A mayores deducciones de impuesto, el impacto ambiental mejora
	LnImpuestopromedio _{it} : Impuesto promedio por productos de muebles de madera donados reutilizados en dólares del grupo i en el periodo t.	LnImpuestopromedio _{it} : Impuesto promedio por productos de productos donados reutilizados en dólares del grupo i en el periodo t.	
Diseño de los muebles	LnPesopromediolibras _{it} : Peso promedio de muebles de madera donados reutilizados en libras del grupo i en el periodo t.	LnPesopromediolibras _{it} : Peso promedio de productos donados reutilizados en libras del grupo i en el periodo t.	Positivo: A mayores valores de diseño de los muebles donados, el impacto ambiental
	LnLongitudpromedio _{it} : longitud promedio de muebles de madera donados reutilizados en pulgadas del	LnLongitudpromedio _{it} : longitud promedio de productos donados reutilizados en pulgadas del grupo i en el	

	grupo i en el periodo t.	periodo t.	mejora.
	LnAlturapromedio _{it} : Altura promedio de muebles de madera donados reutilizados en pulgadas del grupo i en el periodo t.	LnAlturapromedio _{it} : Altura promedio de productos donados reutilizados en pulgadas del grupo i en el periodo t.	
	LnAnchopromedio _{it} : Ancho promedio de muebles de madera donados reutilizados en pulgadas del grupo i en el periodo t	LnAnchopromedio _{it} : Ancho promedio de productos donados reutilizados en pulgadas del grupo i en el periodo t	
	LnVolumencubpromedio _{it} : Volumen cubico promedio de muebles de madera donados reutilizados en pies cúbicos del grupo i en el periodo t.	LnVolumencubpromedio _{it} : Volumen cubico promedio de productos donados reutilizados en pies cúbicos del grupo i en el periodo t.	
	LnPesolibrastotal _{it} : Peso agregado de muebles de madera donados reutilizados en libras del grupo i en el periodo t.	LnPesolibrastotal _{it} : Peso agregado de productos donados reutilizados en libras del grupo i en el periodo t.	Positivo: A mayores valores diseño total, el impacto ambiental mejora.
	LnPesotoneladastotal _{it} : Peso agregado de muebles de madera donados reutilizados en toneladas del grupo i en el periodo t.	LnPesotoneladastotal _{it} : Peso agregado de productos donados reutilizados en toneladas del grupo i en el periodo t.	
	LnVolumencubtotal _{it} : volumen cubico agregados de los muebles de madera donados reutilizados en pies cúbicos del grupo i en el periodo t.	LnVolumencubtotal _{it} : volumen cubico agregados de los productos donados reutilizados en pies cúbicos del grupo i en el periodo t.	
Dummy muebles de madera		Mueblemadera _i : Dummy que representa 1 si el grupo i produce muebles de madera y 0 sino no	Positiva: los grupos de muebles de madera, mejora el medio ambiente.
Dummy familia de producto	GrupoFamilia _{it} : Dummy que representa 1 si pertenece al grupo de muebles de madera i y 0 sino no	GrupoFamilia _{it} : Dummy que representa 1 si pertenece al grupo i y 0 sino no	Positivo: Los muebles donados del grupo i, mejoran el medio ambiente
	μ_{it} : el termino error	μ_{it} : el termino error	

Fuente: Elaboración propia

Resultados de los modelos panel data:

Tabla 7. Modelo de Impacto ambiental total para muebles de maderas y muebles donados.

Impacto medioambiental total	Modelo 1: Muebles de madera donados		Modelo 2: Muebles donados independiente del material	
	Coef.	P> z	Coef.	z
Lnimpacto ambiental Cantidades de muebles donados	0.7957103 (0.0730614)	0.000	0.6384766 (0.0854003)	0.000
Impuestos deducidos por donar			0.2394366 (0.1002243)	0.017
Peso promedio en libras	1.014212 (0.1319379)	0.000	0.5806172 (0.132768)	0.000
Volumen cúbico	0.1972147 (0.0820392)	0.016	0.3544616 (0.0911815)	0.000

promedio				
Arte y coleccionables			-1.290093 (0.5582212)	0.021
Muebles en general	-0.5766516 (0.1941603)	0.003	-0.4760875 (0.1930333)	0.014
Muebles en oficina	0.2228267 (0.1040871)	0.032		
Productos Electrónica			1.028266 (0.2777564)	0.000
Pequeños Electrodomésticos			0.80619 (0.1604063)	0.000
cons	-7.544172 (0.3031886)	0.000	-7.345027 (0.4362548)	0.000

Fuente: Elaboración propia

La Tabla No 5 permite observar los resultados del modelo desarrollado; en dicho modelo, elaborado con la base de datos muebles de madera y variable dependiente impacto ambiental, la variable de economía circular muebles de madera donados es significativa y posee un signo esperado de 0,79, cuya interpretación significa que cuando la cantidad donada de muebles de madera aumenta en un 1%, el impacto ambiental mejora en un 0,79%. Sobre el diseño de los muebles de madera donados, se encuentra que el peso promedio de los muebles resultó significativo y con el signo esperado, es decir, cuando el peso promedio de los muebles de madera donados aumenta en un 1%, el impacto ambiental mejora en 1,01%. Igualmente, el volumen cubico promedio de los muebles de madera es significativa y positiva en 0,19, lo cual significa que cuando la altura promedio de los muebles de madera donados aumenta en un 1%, el impacto ambiental mejora en 0,19%. Por otro lado, con respecto a las variables Dummy del grupo de familia de productos de muebles de oficina resultaron significativas y con un impacto positivo de 0,22, se puede interpretar de la siguiente manera: los muebles de madera que pertenecen al grupo de muebles de oficina mejoran el medio ambiente en 0,22%. Los muebles en general tuvieron un resultado significativo con un impacto de negativo de -0,57, lo cual quiere decir que los muebles en general deterioran el medio ambiente en un 0,57%. Se resalta que las variables de beneficios tributarios por donación no resultaron significativas de acuerdo a este modelo.

De acuerdo al modelo y teniendo en cuenta la base de datos de todos los muebles donados incluyendo los de madera y con la variable dependiente impacto ambiental, la variable de economía circular de cantidad total de muebles donados es significativa y con el signo esperado de 0,63, cuya interpretación es que cuando la cantidad donada de muebles aumenta en un 1%, el impacto ambiental mejora en un 0,63%. De igual manera, sobre las variables de incentivos tributarios al donar, el impuesto deducido por producto es significativo y con un signo esperado de 0,23, lo cual significa que cuando aumentan impuestos deducidos por producto donado en un 1%, el impacto ambiental mejora un 0,23%. Sobre el diseño de los muebles donados, se encuentra que el peso promedio de los muebles donados resultó significativo y con el signo esperado, es decir, cuando el peso promedio de los muebles aumenta en un 1%, el impacto ambiental mejora en 0,58%. En cuanto al volumen cubico promedio de los muebles donado, su resultado es significativo y positivo en 0,35; lo que significa que cuando la altura promedio de los muebles de madera aumenta en un 1%, el impacto ambiental mejora en 0,35%. Sobre las variables Dummy que resultaron significativas, los muebles de artes y coleccionables son significativos y con el signo negativo -0,74, es decir, los muebles de artes y coleccionables empeoran el medio ambiente en -1,29%. Similarmente, los muebles de oficina tienen un impacto significativo, es decir, empeoran el impacto ambiental en 0,47%. En referencia a los productos de electrónicos, su impacto es significativo y con signo positivo de 1,02, interpretando que la donación de productos electrónicos con materiales metálicos e inorgánicos, mejoran el medio ambiente en 1,02%. Así mismo, los pequeños electrodomésticos son significativos y positivos, es decir, la donación de los pequeños electrodomésticos de metal y duraderos, aumenta el impacto ambiental en 0,86% con el mejoramiento de medio ambiente.

CONCLUSIONES

La economía circular determina una dinámica de reutilización de productos de la industria del mueble que en la medida en que aumente su cobertura en cantidad de beneficiados, cantidad de ítems donados, cantidad de ítems entregados, aumentará su aporte debido a la disminución de emisiones de CO_2 al medio ambiente. El análisis cuantitativo del caso Furniture Bank en Canadá permite demostrar que existe una relación directa entre aspectos de diseño como materiales, dimensiones y peso que, en el contexto de la economía circular, demuestra efectividad desde el punto de vista de sostenibilidad ambiental.

Al analizar la correlación entre las donaciones de muebles y el impacto ambiental también se demuestra una correlación positiva y significativa, que permite concluir que al lograr mayores donaciones de muebles se dinamiza el clúster de la industria del mueble y se contribuye de forma positiva al bienestar del medio ambiente; de igual forma en la medida en la que las dimensiones de los muebles donados sean mayores, será también mayor su impacto en beneficio del medio ambiente.

Teniendo en cuenta las premisas de la economía circular, la capacidad de reutilización de los muebles obedece a factores, como sus características de diseño: peso, altura, longitud y volumen y al tipo de materiales con los que estos fueron fabricados: madera, aluminio, etc. Con este detallado análisis cuantitativo y cualitativo podemos demostrar la relación que tienen variables de diseño de los muebles de madera en el impacto positivo al medio ambiente. Se muestra una correlación positiva entre variables como el peso y el volumen cúbico de los muebles y el impacto medioambiental tanto en muebles de madera como en muebles de otro tipo de materiales. Sobre el diseño de los muebles y su impacto sobre el

medio ambiente se concluye que, a mayor peso de las donaciones de muebles, mayor impacto medio ambiental estas tienen. Si esta conclusión se transfiere a la creación y diseño de un mueble representaría que, a mayor peso, mayor contaminación. De igual forma el volumen también es un factor representativo en el factor contaminación, lo cual indica con respecto a las donaciones que a mayor volumen mayor impacto ambiental. Esta lógica operaría en sentido inverso en la industria de fabricación de muebles, es decir, a menor volumen de un mueble construido menor sería la contaminación.

Cuándo analizamos cuantitativamente cuáles son los públicos que mayor provecho pueden sacar de este tipo de iniciativas de economía circular, nos damos cuenta que las personas y las familias que recientemente han pasado por una situación precaria, sin los medios económicos y sociales para adquirir muebles, se convierten en un público altamente demandante del producto social de economía circular como lo es el Furniture Bank, lo cual se convierte un alivio al poder acceder de forma gratuita a estos beneficios, por lo que los modelos de economía circular no solamente tienen una afectación positiva al medio ambiente sino que cumplen con un importante aporte social al apoyar personas de bajos recursos a contar con bienes tan importantes para el bienestar de una familia como lo es un mueble en buenas condiciones.

El análisis cuantitativo de la data nos permite concluir que una gran proporción de los muebles entregados en donación corresponden a partes de una vivienda directamente relacionadas con el bienestar de las personas como lo son las sala, el comedor y el dormitorio, por lo que podemos concluir que este tipo de iniciativas de economía circular en la industria del mueble inciden directamente en el bienestar de las personas y las familias.

El que haya tan importante proporción de muebles entregados en donación para espacios como la sala y el dormitorio tiene un alto impacto en el medio ambiente ya que cuantitativamente también se pudo demostrar que estos dos destinos de los muebles son los de mayor emisión de CO_2 entre todas las destinaciones analizadas. Otro elemento importante para el análisis es la preponderancia del incentivo como elemento fundamental para el logro de objetivos sociales y para el dinamismo de las iniciativas de economía circular. Concretamente podemos concluir que en una iniciativa de economía circular asociada a la industria del mueble la incorporación de incentivos económicos, ya sean fiscales o económicos, pueden convertirse en un importante dinamizador de los objetivos de donaciones de muebles. La relación entre el impacto medioambiental y el total de impuestos deducidos a los donadores de muebles son directamente proporcionales, es decir, a mayores donaciones, mayores impuestos deducidos, lo que significa que donar es un buen incentivo para el mejoramiento del medio ambiente.

Se pudo comprobar que, así como el caso de Canadá, existen este tipo de iniciativas de economía circular aplicadas a la industria del mueble en varias ciudades de Estados Unidos y Europa, por lo que podemos hacer una asociación de que este tipo de iniciativas hoy en día funcionan en países desarrollados y socialmente responsables. Resulta especialmente importante poder determinar a través de este estudio las principales variables a considerar para determinar la viabilidad de desarrollar este tipo de iniciativas en países hispanoamericanos en donde no necesariamente existe una comprensión del funcionamiento de la economía circular por parte de los actores de la industria del mueble y unas condiciones medianamente parecidas de la población de donantes y beneficiarios. Tal y como lo expresa la European Environmental Bureau la economía circular representa unas

interesantes opciones de dinamización de la cadena de valor de la industria del mueble compuestas por muchas microempresas y empresas familiares en Hispanoamérica que encontrarían en el reciclaje, re-uso, reparación y re-manufactura de muebles de madera un importante flujo de trabajo y por ende oportunidad de mejoramiento en su calidad de vida.

Los gobiernos hispanoamericanos son actores fundamentales en el entendimiento de los beneficios de la economía circular no solo en la industria del mueble sino en otro tipo de bienes y servicios. Concretamente en la industria de muebles de madera los gobiernos hispanoamericanos pueden ser propositivos e incentivar la generación de esquemas de economía circular para el desarrollo sostenible del clúster del mueble a través de apoyo a organizaciones no gubernamentales o entidades sin ánimo de lucro con esquemas viables e innovadores de economía circular, y con incentivos tributarios para los ciudadanos que participen en este tipo de iniciativas. De igual forma los distintos actores del ecosistema de diseño de muebles pueden desarrollar modelos de diseño sostenible de muebles de madera para que sean desde su concepción pensados para encajar dentro de iniciativas de economía circular, ajustando variables de diseño como materiales, dimensiones y peso.

REFERENCIAS

- Arrieta, L. A. (2018). Contexto y aplicación de un modelo gravitacional a las exportaciones del Sector Textil-Confecciones en el Departamento de Antioquia, 2007-2016 (Master's thesis, Universidad EAFIT).
- Cerdá, E., Khalilova, A. (2016). Economía Circular en: Economía Circular, Estrategia y Competitividad Empresarial. Circular Economy Opportunities In The Furniture Sector. European Environmental Bureau.
- Eea (2016). Circular Economy in Europe. Developing the knowledge base. EEA Report No 2/2016, European Environment Agency.
- Efic, (2020). Confederación Europea de Industrias del Mueble, Recuperado de: <https://www.efic.eu/>
- Efic. (2020). The Furniture Industry and the Circular Economy. European furniture industry confederation. Recuperado de www.efic.eu
- Furniture Bank. (2020). Impact – Environmental. Toronto: Furniture Bank. Recuperado en: <https://www.furniturebank.org/category/learning-centre/impact-environmental/>
- Ghisellin, R. Cialani, C. y Ulgiati, S. A (S.F). review on circular economy: the expected transitios to a balanced intrplay of environmental and economic systems. *J of cleaner production* No 114. Journal

- Graziani, P. (2018). Economía circular e innovación tecnológica en residuos sólidos: Oportunidades en América Latina. Caracas: CAF. Retrieved from <http://scioteca.caf.com/handle/123456789/1247>
- Hermida Balboa, C., Dominguez Sotomonte, M. (2014). Economía circular como marco para el ecodiseño. El modelo ECO-3. *Infomrador Técnico* (Colombia) 78(1).
- Hickey, R., Minaker, B., Payne, A. A., Roberts, J., & Smith, J. (2019). The Effect of Tax Price on Donations: Evidence from Canada. Melbourne Institute of Applied Economic and Social Research, The University of Melbourne.
- Ikea, (2018). Is making a huge change by renting out furniture. Recuperate of: www.ikea.com.
- Katariina, A. (S.F). Introducing Circular Economy to Furniture Industry.
- Lett, L. (2014). Las amenazas globales, el reciclaje de residuos y el concepto de economía circular. *En Revista Argentina de Microbiología*. Elsevier. 46 (1).
- Mayorga, M., & Muñoz, E. (2000). La técnica de datos de panel una guía para su uso e interpretación. Banco Central de Costa Rica. Departamento de investigaciones económicas.
- Mook, L., Chan, A., & Kershaw, D. (2015). Measuring social enterprise value creation: The case of furniture bank. *Nonprofit Management and Leadership*, 26(2), 189-207.

- Porter, M. (1989). *Ventaja competitiva: creación y sostenimiento de un desempeño superior*. Editorial Continental.
- Prieto-Sandoval, jaca y Ormazabal. (2017). *Economía circular: relación con la evolución del concepto de sostenibilidad y estrategias de implementación*. Publicado en *Revista memria Invetigaciones en ingeniería*. 15. ISSN 2301-1106
- Thach, K. (2018). *Circular Economy Model of Used Office Furniture*.
- Unep y Tu (2009). *Designa for sustainability – A step by step approach*. United Nations Envirnment programme and delt university of Technology, parís and Delft
- Yeates, D y Wakefield, T. (2004). *Systems Analysis and Design*, Second edition Prentice Hall 2004.

CAPÍTULO IV

ECODISEÑO: ESTRATEGIA CLAVE PARA LA ECONOMÍA CIRCULAR EMPRESAS DEL SECTOR MUEBLERO

Autores

Graciela Carrillo González
Ángel Wilhelm Vázquez García
Sergio Solís Tepexpa

ECODISEÑO: ESTRATEGIA CLAVE PARA LA ECONOMÍA CIRCULAR EMPRESAS DEL SECTOR MUEBLERO

Graciela Carrillo González¹

Ángel Wilhelm Vázquez García²

Sergio Solís Tepexpa³

RESUMEN

El presente trabajo busca identificar aquellas estrategias clave que han implementado países y empresas del sector mueblero dentro de la economía circular. Para ello se hace una reflexión respecto a la situación económico empresarial en aquellas zonas geográficas donde ha tomado auge. Desde esta posición se plantea como pregunta central: ¿Cómo disminuir el desperdicio de materiales mediante el diseño? Los esfuerzos de innovación en esta materia han ocupado un lugar en el campo de la eco innovación, la ingeniería y diseño industrial, dando como resultado el ecodiseño. Son los gobiernos de distintas latitudes los encargados en asumir el tema del manejo de residuos como una preocupación emergente. De ahí la importancia de conocer los alcances de iniciativas gubernamentales orientadas a

¹ Profesora investigadora, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, graci2992@gmail.com
Orcid: 0000-0001-8969-5096

² Profesor investigador, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco,
avazquezg@correo.xoc.uam.mx Orcid: 0000-0003-0947-8599

³ Profesor investigador, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, solin77@gmail.com
Orcid: 0000-0002-08547-033X

la disminución de desperdicio. El punto de partida al respecto se presentó en la Unión Europea. Haciendo uso de la revisión bibliométrica en bases de datos científicas, bases de datos estadísticas y catálogos se identificaron las principales tendencias de inversión en eco innovación, empleo, fuentes de financiamiento, desempeño y desarrollo de productos basados en el ecodiseño y la economía circular. Se considera de gran importancia de no perder su relevancia para su posible aplicación dentro de contextos latinoamericanos empresariales.

Palabras clave: Sector mueblero, estrategias empresariales, eco innovación, sustentabilidad.

ABSTRACT

The present paper seeks to identify those key strategies that countries and companies in the furniture sector have implemented within the circular economy. For this, a reflection is made regarding the business economic situation in those geographical areas where it has boomed. From this position it is pretended to know those strategies to diminish the waste of materials. Efforts that have taken a place in the field of engineering and industrial design, resulting in ecodesign. Waste management can be considered part of an emerging concern, hence the importance of knowing the scope of these initiatives that had their starting point in the European Union. Using the bibliometric review in scientific databases, statistical databases and catalogs, the main trends in investment, employment, sources of financing, performance and product development based on ecodesign and circular economy were identified. It is considered of great importance not to lose its relevance for its possible application within Latin American business contexts.

Kew words: Furniture sector, business strategies, innovation, sustainability

INTRODUCCIÓN

El planeta entero enfrenta en este momento un doble desafío, agudizado por la pandemia Sars COVID 19, resarcir el daño ambiental y superar la crisis económica que ha derivado de este acontecimiento inédito. Es por ello que ahora, más que nunca, la propuesta de un modelo circular que considere el cierre de ciclos, la extensión de la vida de los productos y el reciclaje apunta hacia un cambio de paradigma donde prevalezca una mayor armonía con la naturaleza y la equidad. La forma de generar productos y los cambios en los procesos dentro de las organizaciones que optan por esta visión circular dan cabida a un replanteamiento de sus estrategias y a nuevos modelos de negocio que los llevan a reorientar sus diseños para disminuir el desperdicio de materiales y con ello el consumo de materias primas, esto les permite atender a los nuevos nichos de mercado que demandan de productos amigables con el medio ambiente. En el caso de la fabricación de muebles las iniciativas estratégicas se centran en la resignificación del ciclo de vida de los productos y en la idea de extender su vida útil al provenir de materias primas secundarias.

Esa visión de cierre de ciclos y su expresión en la política pública y en la actividad productiva, tiene antecedentes desde hace cinco décadas, cuando diversos sectores sociales manifestaron su descontento por el uso abusivo de los recursos naturales y el desarrollo de innovaciones que atentaban contra la seguridad de la humanidad y otros ecosistemas del planeta y asimismo a lo largo de esas décadas, la agenda internacional y de los gobiernos

nacionales, aunque a una velocidad mucho más lenta que el deterioro, han impulsado bajo la presión social políticas de impulso a un modelo productivo menos lineal y más circular, a lo que se suma el surgimiento de un mercado que demanda productos amigables con el ambiente. En esa lógica, la Unión Europea ha jugado un papel protagónico impulsando una serie de acciones orientadas a la construcción de una Economía Circular (EC), desde hace más de una década.

La Unión Europea (UE) es pionera en la generación de políticas eficientes en el uso de los recursos naturales y la reutilización de desperdicios. Por ello fue incluida como una de las siete iniciativas emblemáticas de la Estrategia Europa 2020 que tienen como objetivo lograr un crecimiento inteligente, sostenible e integrador. Dicha estrategia proporciona un marco a largo plazo para integrar la eficiencia de los recursos en todos los ámbitos y en las políticas que abordan los diferentes sectores de la UE como: energía, transporte, industria, manejo de materias primas, construcción, agricultura, biodiversidad, desarrollo regional y cohesión social. Políticas que impactan directamente en el ámbito de las empresas cuyas motivaciones hacia una transición más ecológica no se limitan a la política regulatoria, sino que se ven incentivadas por el mercado y la competencia. Así, la Unión Europea busca apoyar el cambio hacia una economía eficiente en el uso de los recursos naturales y baja en carbono con altos niveles de empleo y productividad en distintos sectores económicos.

Con este ángulo se desarrolla el presente trabajo compuesto por cuatro apartados. El primer apartado expone el diseño metodológico desde una perspectiva mixta (cualitativa y cuantitativa) que suma a la revisión de documentos publicados a partir de un análisis bibliométrico y la identificación de trabajos analíticos en empresas, una metodología cuantitativa cuyo análisis estadístico incorpora las cifras del impacto, en el empleo y el

ingreso, que deriva de las políticas de EC en Europa, la zona que mayor impulso está dando a este enfoque. El segundo apartado que muestra los resultados describe los planteamientos y el debate teórico de autores que fueron pioneros en la propuesta de la EC, define el concepto y analiza los fundamentos de la misma; posteriormente expone gráficamente los efectos de la inversión en materia ambiental, concretamente en innovaciones sustentables y EC, en Europa como la región que encabeza la transición hacia la EC; después se explican las principales herramientas de apoyo para el ecodiseño y las estrategias empresariales que acompañan el uso de esta metodología aplicada en la fase de producción que pretende disminuir el impacto ambiental y se cierra analizando las estrategias empresariales vinculadas al ecodiseño y algunos ejemplos.

METODOLOGÍA

La metodología utilizada se apoyó en herramientas cuantitativas para el análisis de variables como el empleo y la inversión canalizados a la EC y la ecoinnovación en Europa, y para el conteo bibliométrico de literatura especializada en el tema, Posteriormente se apoya en un análisis cualitativo de corte analítico sobre trabajos identificados que estudian a empresas orientadas hacia el ecodiseño.

Para lograr con mayor precisión una agrupación del comportamiento de los países en materia de Eco-Innovación, se realizó un análisis de escalamiento multidimensional con apoyo del programa *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS), versión 22 para Mac. Bajo el método ALSCAL (AlternatingLeastSquaresSCALing), que permite mapear las disimilitudes entre variables. Dichas técnicas de escalamiento multidimensional (MDS),

tratan como primer requisito con los conceptos de objeto-estímulo y de similaridad–disimilaridad–distancia y, como segundo el procedimiento para alcanzar una configuración de puntos que refleje las similitudes observadas o percibidas. Los términos objeto y estímulo se usan de manera intercambiable, realmente un objeto es simplemente un individuo o un evento, mientras que estímulo se refiere a la percepción del objeto. El MDS es una técnica de representación espacial que trata de visualizar sobre un mapa un conjunto de estímulos (firmas, productos, candidatos políticos, ideas u otros artículos) cuya posición relativa se desea analizar. El propósito del MDS es transformar los juicios de similitud o preferencia llevados a cabo por una serie de individuos sobre un conjunto de objetos o estímulos en distancias susceptibles de ser representadas en un espacio multidimensional. El MDS está basado en la comparación de objetos o de estímulos, de forma que si un individuo juzga a los objetos A y B como los más similares entonces las técnicas de MDS colocarán a los objetos A y B en el gráfico de forma que la distancia entre ellos sea más pequeña que la distancia entre cualquier otro par de objetos.

Por otro lado, la intención de usar técnicas cuantitativas en su origen, como el conteo bibliométrico, permite la agrupación por categorías, temas o periodos (Hernández, 2018). Los datos presentados aquí parten de una búsqueda sobre estudios que abordaron el estado del arte del uso de la economía circular, eco innovación y ecodiseño. Con un enfoque cualitativo, la bibliometría permitió visualizar la literatura publicada alrededor de las temáticas seleccionadas. Permitiendo comprender las trayectorias históricas generales de los modelos científicos y tecnológicos dominantes (Abby, McCain, Lawrence y Giles, 2001).

Sobre la base de analizar la naturaleza de los estudios publicados es posible conocer la tendencia temática, el estado del arte de un tema (Zanghelini et. al, 2016). Es decir, contemplar hacia dónde se dirigen los nuevos modelos y propuestas explicativas teóricas. Se ubicaron artículos de investigación asociados a distintas áreas de conocimiento (ingeniería industrial, mercadotecnia o manufactura, estrategias empresariales, ecodiseño) que se vincularon a los principales contextos temáticos de frontera en el área. Se examinaron los patrones de citación y publicación a partir de un número considerado de documentos, esto ayudó a definir una búsqueda general. De la cual se obtuvieron una lista previa de artículos asociados a las palabras clave en inglés: *Reuse, ecodesign, remanufacturing, sustainability, Finance, Business, Industry, Environment, furniture industry*. Cada una son representativa a los temas vinculados tanto con economía circular y ecodiseño. Se examinaron más de 200 artículos generados en los motores de búsqueda de las principales publicaciones periódicas referenciadas en *Elsevier, Scielo, Redalyc, ProQuest, Taylor Francis, Sage*.

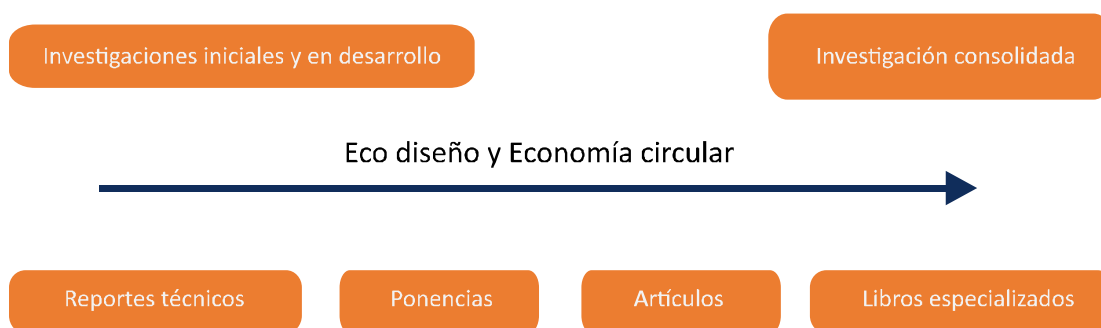


Figura 8. Eco diseño y economía circular en bases de datos especializadas
Fuente: elaboración propia a partir de Goodrum et al. (2001).

El criterio de búsqueda se restringió al periodo 2000-2020, se revisaron los resúmenes de los artículos, así como la posición de la revista de publicación dentro de los índices de *Web*

of Science y Scopus. Se hicieron búsquedas por bloques temáticos subdividiendo categorías dentro de temáticas particulares como *core recovery*, *remanufacturing*, *sustainability performance*, *furniture perspectives*, permitiendo conocer los trabajos más recientes. La mayoría de los trabajos vinculados al ecodiseño y economía circular se encuentran en desarrollo sin alcanzar aún un campo de investigación consolidado, aún no se cuentan con abundantes publicaciones o referencias directas a obras fundadoras o clave para el campo. No se detectaron *Handbooks* o *Vademécums*. Es decir, alguna obra que contenga las nociones fundamentales en la materia con patrones de autores relevantes vinculados en fechas recientes. Por lo tanto, se entiende como un campo de conocimiento nuevo. Se asume también la existencia de un grupo de publicaciones no visibles o grises, que aún no se incorporan dentro de estos buscadores especializados.

RESULTADOS

La economía circular y sus antecedentes

La economía circular (EC) plantea un principio básico que alude al uso eficiente de los recursos naturales, en el sentido de que se aproveche y reaproveche tantas veces como la propia naturaleza del recurso y las leyes de la termodinámica lo permitan. Esta visión surge, en contraposición al paradigma productivo predominante que por más de dos siglos ha impulsado una visión lineal que conduce hacia el consumo y la generación de residuos de manera excesiva.

Un severo cuestionamiento, que inició en los años setenta del siglo pasado, al impacto negativo que genera la actividad humana en el medio ambiente se hace evidente medio siglo después con el informe *Perspectivas de la Población Mundial 2019* de las Naciones

Unidas en el cual se estima que para el año 2050 la población en el mundo llegará a 9700 millones, y podría alcanzar su punto máximo a fines del siglo actual con 11 mil millones de personas, señalando que dicho crecimiento se dará a diferentes tasas de crecimiento en cada región.

Se espera que la población de África Subsahariana se duplique para 2050 (con un crecimiento de 99%). Las regiones que experimentarían las menores tasas de crecimiento poblacional entre 2019 y 2050 son Oceanía, excluyendo Australia y Nueva Zelanda (56%), África septentrional y Asia occidental (46%), Australia y Nueva Zelanda (28%), Asia central y meridional (25%), América Latina y el Caribe (18%), Asia oriental y sudoriental (3%) y Europa y América del Norte (2%). (UN, 2019, pp. 3).

Esta tendencia del crecimiento poblacional imprime una fuerte presión sobre el uso de los recursos naturales por la demanda de alimentos y los estilos de vida predominantes en occidente, basados en el uso intensivo de las tecnologías y en una expectativa de bienestar sustentada en el alto consumo de bienes materiales bajo patrones que se rigen por el paradigma de la producción lineal *take-make-waste* (extraer, fabricar, consumir y desechar). Autores como Boulding, Stahel, Ayres y Tillman Lyle entre los años setenta y noventa apuntaron en sus estudios una serie de reflexiones que hoy se consideran los principales antecedentes de la Economía Circular. Anteriormente Keneth Boulding economista inglés, publicó en 1966 *The economics of the coming spaceship earth*, en este ensayo señala los límites que impone el planeta desde la noción de una “Tierra esférica y una esfera cerrada de la actividad humana” (Rodríguez, 2012, p. 320)

bajo el reconocimiento de que todos los seres vivos para su sobrevivencia interactúan con la naturaleza en una lógica de sistema abierto, consumiendo recursos y depositando

excedentes en forma ilimitada. Sin embargo, señaló que tanto la actividad humana como la productiva implicaban flujos de materia cuyos volúmenes superaban en mucho la capacidad del planeta para regenerar dicha materia y asimilar los residuos, en tanto que desde la perspectiva de la energía se desconocían los límites que marca la segunda ley de la termodinámica (entropía), en cuanto a los niveles posibles de aprovechamiento, de modo que, sin la entrada de energía solar al sistema, este se agotaría.

Bajo esa reflexión (Boulding, 1966) hace los primeros acercamientos a la idea de ver al planeta como un sistema cerrado a la entrada de materiales e información y abierto a la entrada de energía solar y propone la analogía de la “economía del astronauta” donde la Tierra es como una nave espacial sin reservas ilimitadas de nada, donde el hombre debe encontrar un equilibrio cíclico que le permita la reproducción continua con un stock de recursos y con la entrada únicamente de la energía solar. En ese sentido Boulding establece ya la idea de una visión cíclica en el uso de los recursos.

Una década más tarde, Stahel (1977) se basó en el concepto de que un ciclo económico puede incrementar la creación de empleo, la competitividad, y reducir el uso de recursos y generación de desperdicios, incluyendo también principios relacionados con la durabilidad de los productos y la venta de servicios en vez de productos. (Tollin, 2016), en su planteamiento enfatiza sobre cuatro objetivos: la extensión de la vida del producto, los bienes de larga duración, las actividades de reacondicionamiento y la prevención de residuos. Además, insiste en la importancia de la venta de servicios en lugar de productos. El mismo Stanley (1998), veinte años más tarde considera que la vida útil del producto es parte de un proceso más amplio orientado a lograr una nueva economía de servicios centrada en la utilización. Los bienes de larga duración y los servicios que extienden la vida

de éstos es una combinación de cierre de ciclo de materiales y reducción de la velocidad del flujo de recursos a través de la utilización prolongada de los bienes. Como tal, la extensión de la vida es parte de un proceso de transformación de lo lineal (producción) a lo circular (servicios) operando en bucles como se entiende la economía circular.

En *Regenerative Design for Sustainable Development* (Tillman, 1996), se publica en el mismo sentido que los autores antes citados, consideraba que las crecientes crisis ambientales se explicaban por el poco valor que la naturaleza humana atribuía a otros sistemas vivos y por la capacidad de los humanos de crear patrones y formas relativamente simples y fácilmente replicable en cualquier lugar que impactan en la destrucción de los paisajes de los que depende. Desde la perspectiva de la arquitectura observa como el diseño urbanístico vigente corresponde a un sistema degenerativo que devora sus propias fuentes de sustento. Por tanto, sugiere la necesidad de un diseño regenerativo, definido como el reemplazo de sistemas lineales de flujos, funcionales a centros de consumo y sumideros, por el diseño consciente de ecosistemas enteros con recursos renovables y flujos de energía. El trabajo de diseño regenerativo, desde la perspectiva de Lyle exige un cambio radical de los diseñadores y los habitantes de las distintas zonas, así como un trabajo integral y colaborativo que permita crear las condiciones y desarrollar las capacidades necesarias para lograr el cambio hacia una integración armoniosa con la naturaleza.

Sin embargo, el antecedente quizá más acabado de la economía circular que logra consolidar una sólida corriente a partir de los años ochenta y principios de los noventa es la ecología industrial, que supone la adopción de una visión circular de los sistemas industriales que logre alinearse a la lógica de los ecosistemas naturales. Se conforma desde distintas perspectivas que suman a la construcción de una propuesta basada en la

recuperación de materiales y energía (residuos o subproductos) de los diversos procesos productivos para que se utilizaran como insumo e otro procesos.

Autores que provienen de distintas disciplinas como la ingeniería, la biología y la economía, conforman a los principales teóricos de la ecología industrial, Robert Ayres, Leslie Ayres, T.E. Graedel, Braden Allenby, J Ausbel, Robert Frosh y Nicholas Gallopoulos (Carrillo, 2009). Todos ellos replantearon la relación entre los procesos industriales y la naturaleza.

La propuesta más objetiva se publica en 1989 en un número especial de la *Scientific American Review*, los autores Frosh y Gallopoulos, en el artículo “Strategies for Manufacturing” plantean la posibilidad real de establecer métodos de producción industrial que minimicen el impacto sobre el medio ambiente, reciclando los materiales residuales de los procesos. (Frosch y Gallopoulos, 1989), al establecer sinergias entre procesos, lo que más tarde se denominaría simbiosis industrial.

Se suman otros autores que abordaron el tema como un planteamiento para desmaterializar la economía (Bunker, 1996; Tibbs, 2001; Erkman, 2001); como la forma de establecer un balance de los flujos de materia y energía (Ayres, 1989); como una analogía con los sistemas de la naturaleza (Ausbel, 1992; Graedel, 1996) y analizar el fenómeno utilizando la herramienta de insumo-producto (Konijn, 1994; Kagawa & Such, 2009). Asimismo, algunos otros se centran en estudios más empíricos para describir experiencias de parques industriales que aplican sinergias y estrategias de recuperación de materiales y cierre de ciclos. (Gladwin, 1993; Paton, 1994; Lowe, 2002; Chertow, 2000; Korhonen, 2001).

La recuperación y reciclaje de materiales adquiere relevancia al estimar que para ingresar al sistema productivo 82 mil millones de toneladas de materias primas y de acuerdo al Banco Mundial se genera un promedio anual de 2010 millones de toneladas de residuos sólidos (Kaza, 2018). Lo cual da cuenta de las grandes limitaciones del modelo productivo lineal y de los riesgos a futuro derivados del posible escás de insumos y los altos costos por la gestión de residuos.

La economía circular se posiciona en la política pública y en la academia durante la última década impulsando el aprovechamiento eficiente de los recursos naturales renovables y de los subproductos que derivan de los procesos productivos y promoviendo la menor dependencia de los recursos naturales no renovables. El concepto de economía circular se ha convertido en una estrategia con amplia aceptación principalmente en países de la Unión Europea, China, Japón y Estados Unidos e impulsada por organismos internacionales como la OCDE, rompe con el paradigma de la producción lineal y parte del principio de la escasez de materiales y el impulso hacia un esquema de desmaterialización de la economía. Sus objetivos son: reducir la entrada de los materiales vírgenes, la producción de desechos, cerrar los ciclos ecológicos y económicos y aprovechar al máximo los materiales y la energía.

En Europa, la Comisión Europea presenta el Comunicado 2014/0398 al Parlamento, señalando nuestras economías sufren fugas de materiales valiosos, en un mundo en el que la demanda y la competencia por unos recursos finitos y a veces escasos seguirá creciendo y en el que la presión sobre los recursos acentúa la degradación y fragilidad del medio ambiente de conformidad con la Estrategia Europa 2020 (EUR Lex, 2014). En 2015 se publica la “Estrategia de Economía Circular” para transformar a Europa en la economía

ecoeficiente más competitiva. Ese mismo año la Fundación Ellen MacArthur, definió a la Economía Circular como:

“Un sistema industrial restaurador o regenerativo por intención que se desplaza hacia el uso de energías renovables, eliminando el uso de químicos tóxicos que perjudican la reutilización y el retorno a la biosfera” (EMF, 2014, p. 3).

La apuesta por la EC se hace más evidente con la aprobación de la Agenda 2030 y los 17 objetivos del Desarrollo Sostenible que promueve la Organización de Naciones Unidas (ONU) que resaltan los puntos de la producción responsable, el consumo responsable y la acción por el clima, ya que todos ellos pasan por un cambio de la linealidad de la producción a la circularidad de la economía (ONU, 2015).

En los últimos años Holanda, Suecia y Dinamarca, trabajan en temas como: el status legal y el comercio transfronterizo de las materias primas secundarias; el trato igualitario de fertilizantes y biofertilizantes; los bancos de materiales para recuperación y reciclaje de materiales de construcción; identificación de sustancias químicas que podrían impedir el reciclaje, la lista de las consideradas materias primas críticas, la sustitución de material de riesgo. Alemania ha desarrollado de políticas de gestión de desechos con una legislación que suma el beneficio de crear trabajos. En América Latina el impulso a políticas específicas de economía circular es aún incipiente, no obstante, la misma presión social ha empujado al desarrollo de marcos legales y de mercados alternativos que ya incorporan en distinta medida el reciclaje dentro de las actividades de las empresas, no solo por motivos ambientales sino también y fundamentalmente por motivos económicos.

En cuanto a la producción académica, las publicaciones sobre economía circular han proliferado de manera muy importante en la última década, pero aún sin consolidar una propuesta teórica sólida que incorpore elementos y postulados más allá de los planteos citados en los antecedentes, los trabajos se centran en la discusión del concepto, casos empíricos ligado a la experiencia de organizaciones o a la política pública y estudios de bibliometría. En este último campo mediante una búsqueda exhaustiva se localizaron 1892 documentos de acceso libre sobre el tema en 30 Journals de reconocido prestigio. Los hallazgos muestran que el mayor número de publicaciones se han generado en los países europeos colocando en los primeros lugares a Reino Unido con 269, Italia con 252, Países Bajos con 166, España con 171 y Alemania con 164, y en seguida de estos países está China con 154 documentos publicados (Imagen 1). Los textos más citados y difundidos se concentran en Reino Unido con más de 4000 citaciones, Países Bajos con más de 2400 e Italia con cerca de 1600. En el caso de América Latina el mejor posicionado es Brasil con 40 publicaciones, México con 19 y Chile con 18.

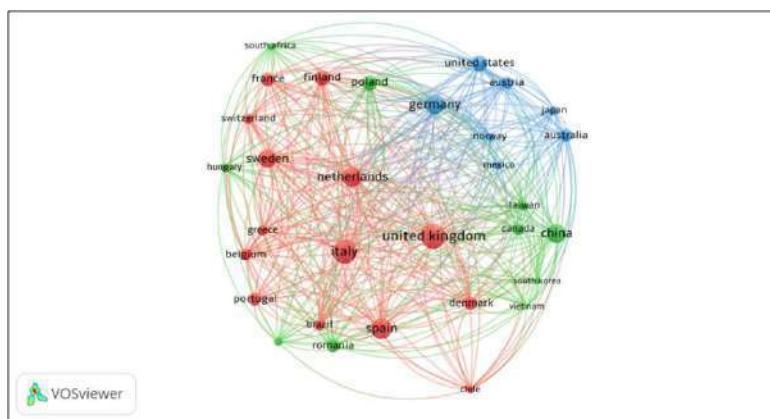
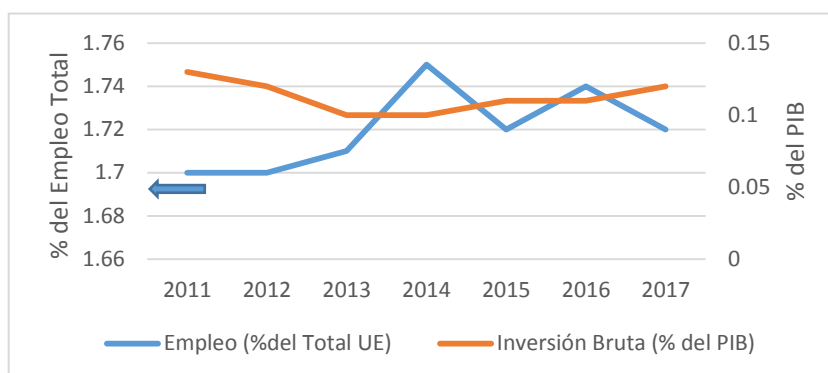


Figura 9. Mapa bibliométrico 30 países relevantes en el estudio de la Economía Circular.
Fuente elaboración propia, 2020

Economía circular. Los esfuerzos de inversión en Europa

En 2015 la Comisión Europea adoptó un paquete de economía circular para ayudar a las empresas y los consumidores europeos a hacer la transición a una economía más circular. Para lograr este cambio sistémico propuso un programa de acciones que se resume en el *Plan de Acción de Economía Circular 2015*. Este marco institucional incluye la revisión de la legislación sobre residuos y algunos elementos de la política industrial que cubren la fabricación de productos. Se contempla la Plataforma Europea de Partes Interesadas de la Economía Circular y la Agenda Urbana para la Asociación de la UE sobre la Economía Circular. Sobre esta base la UE pretende destinar casi 2.000 millones de euros en fondos para proyectos de investigación e innovación en la economía circular y se ha implementado la política de cohesión que ha otorgado al menos 7.600 millones de euros para la adopción de tecnologías ecoinnovadoras entre pequeñas y medianas empresas (pymes) y para apoyar la aplicación de la legislación comunitaria sobre residuos. Otros programas de financiación de la UE, como el *Fondo Europeo para Inversiones Estratégicas* (FEIE), el *Programa LIFE* o *COSME* también han financiado proyectos de EC. En la gráfica 1 se presenta el comportamiento del empleo y la inversión relacionado con la economía circular y resultado de las políticas implementadas desde 2015 en la Unión Europea.

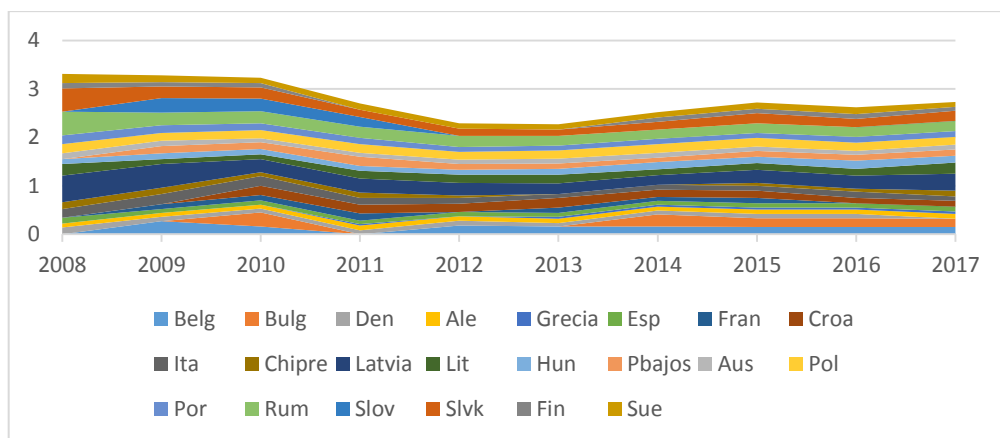
Gráfico 1. Inversión y Empleo relacionado con la Economía Circular en UE



Fuente: Eurostat, 2020

En la gráfica anterior se observa cómo en la Eurozona la inversión promedio relacionada con la EC, ha decaído de 0.13% del PIB en 2011 a cerca de 0.12%. En cuanto al empleo relacionado con actividades de EC aún es marginal su aportación. En promedio la Unión Europea mostró su mejor año en 2014 con un 1.75% del total de empleo y cerró el 2017 con un 1.72%. Para identificar con mayor precisión la inversión en bienes tangibles relacionados con actividades de Economía Circular, países como Eslovaquia, Rumania, Polonia, Lituania, Letonia y Croacia han mantenido estable su inversión en este rubro. Mientras que en los últimos cinco años, Bulgaria y Bélgica han incrementado su interés en este rubro. Como se observa en la Gráfica 2 una oleada que no ha superado el 3% del PIB.

Gráfico 2. Inversión en Bienes Tangibles relacionados con Economía Circular (%PIB por país)



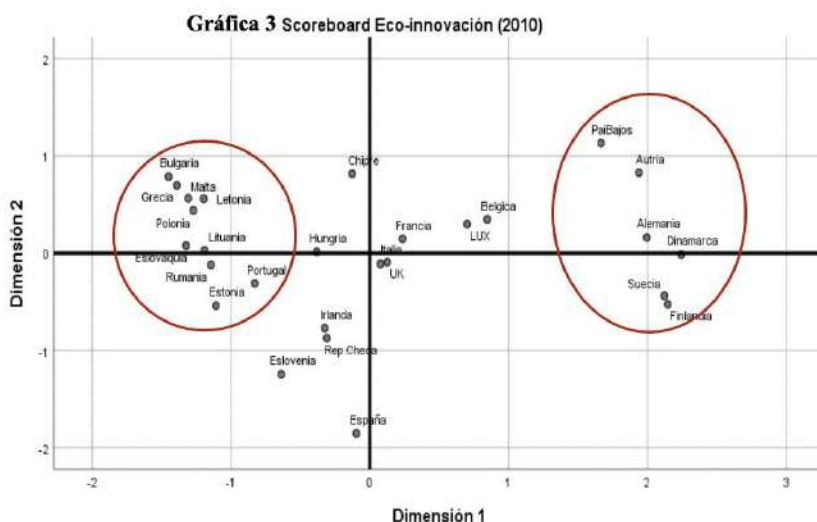
Fuente: Eurostat, 2020

El *Plan de Acción de Economía Circular* de la Comisión Europea establece 54 formas de *Cerrar el ciclo* de los ciclos de vida de los productos. Pone un énfasis importante en encontrar nuevos e innovadores medios para alejarse de una cultura de 'toma-hacer-deshacerse'. Por ejemplo, reciclando y reutilizando productos por más tiempo para impulsar el progreso no solo ambiental, sino también económico. La implementación de actividades

de economía circular requiere inversión. Al respecto en la encuesta del Eurobarómetro, aplicada a los 28 países de la Unión Europea (UE28, 2016), indagó entre las Pyme estudiadas cuales fueron las fuentes de financiación de estas actividades. En la UE28 las pyme informan, en promedio, que el 70% de los casos autofinancian sus actividades de economía circular; el 13% tomó dinero prestado de los bancos; y el 5% obtuvo préstamos de otras fuentes. Los préstamos verdes se utilizan en casos muy raros y solo en países seleccionados, 1-2% de las empresas en Bélgica, Alemania, Croacia, Luxemburgo, Rumania, Eslovenia y Finlandia. Solo el 1% de las pymes europeas, en toda la UE28, requirió fondos de la UE, subvenciones gubernamentales y fuentes alternativas como *crowdfunding* o mercados de capital para financiar sus actividades de economía circular.

Se ha desarrollado una gama de herramientas útiles para crear conciencia sobre la ecoinnovación, incluidos los Foros de Ecoinnovación. De aquí surge un cuadro de indicadores que recopila datos sobre el desempeño de la ecoinnovación en toda la UE, lo que ayuda a monitorear y evaluar el progreso realizado desde 2010. Los perfiles de país complementan el análisis al proporcionar información contextual, desarrollos regulatorios y mejores prácticas sobre ecoinnovación a nivel nacional. El cuadro de *Indicadores de Innovación Ecológica* (Eco-IS) y el *Índice de Innovación Ecológica* ilustran el rendimiento de la innovación ecológica en todos los estados miembros de la UE. Con el objetivo de capturar los diferentes aspectos de la ecoinnovación a través de 16 indicadores agrupados en cinco dimensiones: 1) Insumos de ecoinnovación; 2) Actividades de ecoinnovación; 3) Resultados de ecoinnovación; 4) Eficiencia de los recursos y 5). Resultados socioeconómicos.

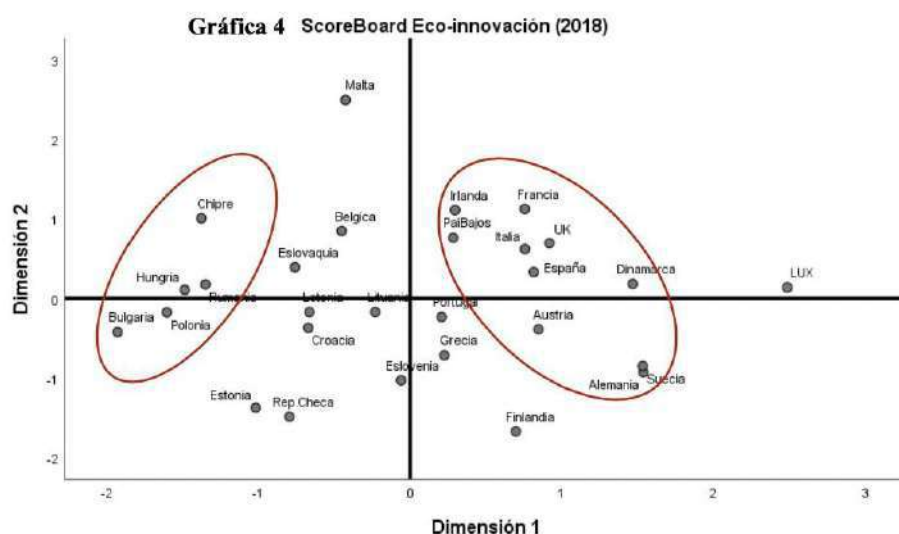
Es posible observar la medición del índice por país miembro de la UE de los años 2010, cuando inicia en conteo, del 2018, el último año reportado. Los datos muestran que el liderazgo en eco-innovación corresponde a Alemania, Finlandia, Suecia, Dinamarca y Luxemburgo en 2018. Los cuatro países con mayor rezago son Bulgaria, Chipre, Malta y Polonia. En primer lugar, para los años 2010 y 2018 se usaron como categorías de evaluación los cinco grandes grupos de los que se compone el índice y las valoraciones de cada miembro de la UE (Gráficas 3 y 4). Es decir: insumos de ecoinnovación, actividades de ecoinnovación, resultados de ecoinnovación, eficiencia de los recursos y resultados socioeconómicos.



Fuente: Elaboración propia 2020, con datos de https://ec.europa.eu/environment/ecoap/indicators/index_en

Los resultados de 2010 permiten identificar tres grandes grupos. En el primer grupo, de izquierda a derecha, se encuentran los países más rezagados en la evaluación y que guardan mayores similitudes en sus acciones sobre Eco-Innovación. Se observa a Bulgaria, Eslovaquia, Estonia, Grecia, Letonia, Lituania, Malta, Rumania, Polonia y Portugal, aunque Chipre es un caso muy especial. En el segundo grupo se encuentran los países que

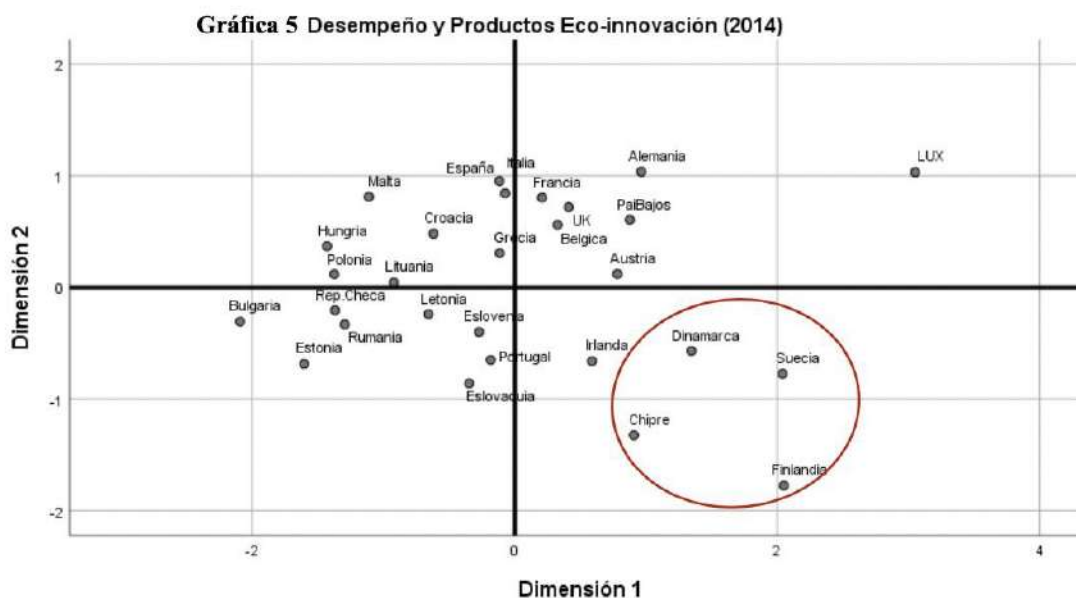
obtuvieron evaluaciones cercanas al promedio de la UE. En tercer grupo se encuentran los países mejor evaluados en las cinco categorías: Alemania, Austria, Dinamarca, Finlandia Países Bajos y Suecia (Gráfica 3).



Fuente: Elaboración propia 2020, con datos de https://ec.europa.eu/environment/ecoap/indicators/index_en

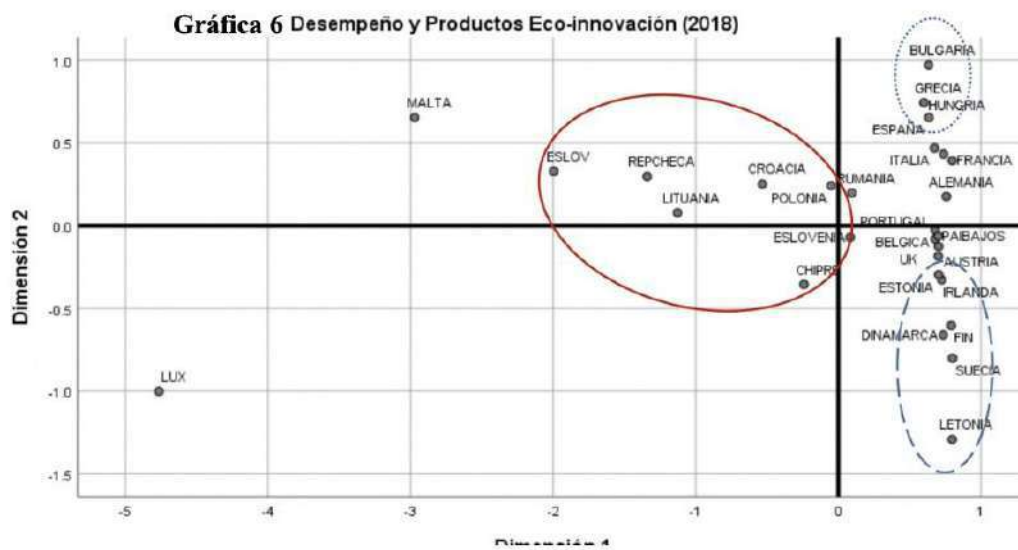
En los resultados de 2018 se identifican tres grupos de países: 1) Con resultados menos favorables, Bulgaria, Chipre, Hungría, Polonia y Rumanía, con Malta como el país menos favorecido muy alejado. 2) Países promedio, y 3) Mejor evaluados pero muy parecidos en su comportamiento con respecto a las cinco categorías, Alemania, Austria, Dinamarca, España, Francia, Irlanda, Italia, Países Bajos, Suecia y Reino Unido (Gráfica 4). Con estos resultados, se realizó otro análisis con los siguientes parámetros: Patentes relacionadas con Eco-Innovación; Publicaciones relacionadas con Eco-Innovación; Cobertura de medios relacionados con Eco-Innovación; Productividad Material; Productividad del agua; Productividad energética; y Intensidad de Emisiones GHG. El análisis estadístico se realizó para los años 2014 y 2018; se inició con 2014, porque ese año ya se incluyen los 28

miembros de la comunidad con evaluaciones completas. Los resultados de 2014 muestran que en términos de desempeño y productos Luxemburgo es el país con mejores evaluaciones y Bulgaria el peor evaluado. Asimismo, es posible observar que Chipre, Dinamarca, Finlandia y Suecia muestran un mejor desempeño que la mayoría de los países que están alrededor del promedio comunitario (Gráfica 5).



Fuente: Elaboración propia 2020, con datos de https://ec.europa.eu/environment/ecoap/indicators/index_en

En cuanto a 2018, el desempeño y resultados de la Eco-Innovación son menos dispersos. Aun así, es posible identificar a Luxemburgo que se aleja. Al revisar las evaluaciones por cada rubro se confirma como el de mayor puntaje, mientras que Malta cuenta con las evaluaciones menos favorables. Otro grupo importante es el conformado por Eslovaquia, Chipre, Croacia, Lituania, República Checa y Polonia que muestra un débil desempeño al concluir 2018 (Gráfica 6). El último grupo importante es el conformado por Dinamarca, Estonia, Finlandia, Irlanda, Letonia y Suecia, al observar los datos por cada parámetro muestran el mejor comportamiento.



Fuente: Elaboración propia 2020, con datos de https://ec.europa.eu/environment/eoap/indicadors/index_en

El ecodiseño. Herramienta clave para la economía circular

En un nivel microeconómico que involucra las decisiones y acciones a nivel de empresa la EC se concreta con el uso de diversas herramientas que definen las posibilidades y límites del reciclaje, en ese sentido estudios de valoración, análisis de ciclo de vida, ecoinnovación y ecodiseño son parte de esas herramientas. El ecodiseño adquiere mayor relevancia en cierto tipo de industrias donde la competencia se centra en la creatividad y diferenciación del producto en un contexto donde el cuidado del medio ambiente se ha vuelto fundamental y una de las formas más prácticas de ello es concebir o mejorar un producto pensando en su ciclo de vida¹³. La fabricación de un producto pasa por la llamada cadena de valor que avanza de manera lineal con las fases del ciclo de vida de un producto y cuyas implicaciones a lo largo de ese trayecto son de tipo ecológico, social y ambiental.

¹³ El análisis de ciclo de vida se refiere a la transición por todas las etapas de producción, desde las materias primas, producción, distribución, uso, fin de vida y componentes necesarios hasta la eliminación del producto una vez que este es desechado. (Gov. Vasco, 2000)

El ecodiseño es una metodología que tiene como objetivo optimizar el ciclo de vida del producto para minimizar los impactos negativos que se generan en el entorno ambiental, económico y social, al lograr esto se impulsa un cierre de ciclos llevando las fases del producto a un esquema circular que se denomina “*de la cuna a la cuna*”. Es decir, se incorporan insumos y procesos que garantizan la extensión de vida de los primeros, una vez que concluye su vida útil en un primer producto. El ecodiseño considera la interrelación, en el mismo orden, de criterios como la estética, los costos, la funcionalidad, la seguridad, la calidad, la ergonomía, la minimización de residuos, el reciclaje de materiales, el ahorro de energía y la durabilidad del producto, con el fin de conducir hacia una producción más sostenible y un consumo más racional de los recursos (Hübner, 2012). El ecodiseño nace en 1992 en los Estados Unidos como consecuencia de los esfuerzos de unas cuantas firmas especializadas en electrónica que intentaban incorporar el concepto de mejora ambiental en el diseño y desarrollo de sus productos. Ha sido la Europa, la región que ha dado mayor impulso a nivel de política pública e inversión y a nivel de metodologías y herramientas en las empresas.

Una motivación de las empresas para instrumentar la metodología de ecodiseño es asumirla como un factor de competitividad, en un escenario donde el cuidado del medio ambiente adquiere cada vez mayor importancia. En el caso de la industria del mueble, varias empresas, a nivel internacional, llevan a cabo procesos de certificación de su sistema de gestión ambiental de diseño y desarrollo de producto (ISO 14006), otras no se certifican por no aplicar completamente la metodología, pero implantan mejoras ambientales en el diseño de sus productos, principalmente en la búsqueda de reducción de costos.

Algunas empresas más comprometidas con el cuidado del ambiente se han enfocado principalmente a estrategias de ecodiseño como: la desmaterialización (productos más ligeros que consuman menos materiales en su elaboración); la selección de materiales de menor impacto ambiental buscando que la madera y materiales derivados de madera tengan la certificación de cadena de custodia; la reducción en el empleo de sustancias nocivas; el uso de materiales reciclados y reciclables; y estrategias de eco-marketing que los lleven hacia prácticas más sostenibles.

La metodología de ecodiseño ha reportado en países de Europa una reducción de entre un 30% y 50% del deterioro ambiental en el mediano plazo, ello por supuesto ha requerido incorporar nuevos tipos de información, de proveedores y de decisiones, así como la motivación y el tiempo para el desarrollo de nuevas ideas. Esta metodología comprende seis fases: a) Estrategia empresarial; b) Elección del producto; c) Análisis del producto; d) Creación de nuevas ideas; e) Desarrollo del concepto; f) Evaluación de resultados.

- a) **Estrategia empresarial.** Aquí se define un equipo de trabajo pequeño, eficiente y muy creativo donde la participación del gerente es fundamental; se requiere la incorporación del criterio ambiental dentro de la misión y visión de la empresa, lo cual debe proyectar la imagen y los elementos de diferenciación. Es necesario un análisis FODA para delimitar las posibilidades.
- b) **Elección del producto.** Es un paso crítico que establece las bases para que la organización domine la metodología y desarrolle la capacidad de reproducirla. Utiliza la matriz de Eco-Mercado, para estimar el potencial del Mercado, la posición del producto desde el punto de vista ambiental y la contribución del mismo en la estrategia a futuro.

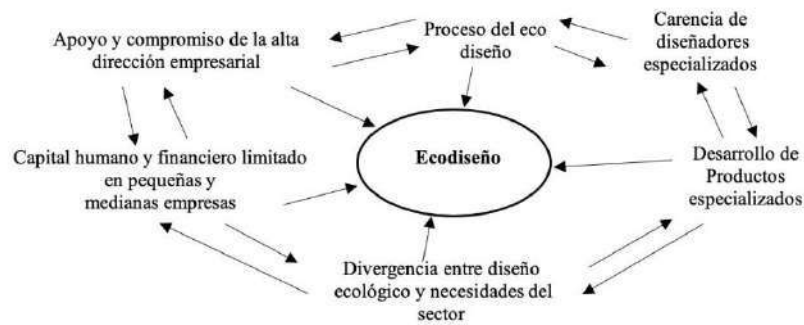
- c) **Análisis del producto.** Se realiza un análisis integral del producto para establecer la mejor estrategia de ecodiseño que se seguirá a lo largo del proyecto. El equipo debe preguntarse: ¿qué puede hacer? ¿qué quiere hacer? y ¿qué debe hacer?. En este análisis se recupera la información de la matriz FODA y la matriz de Eco-Mercado para elaborar hojas de trabajo que arrojen la mayor información posible del producto y del mercado. Se analiza el perfil ambiental del producto a través de la Matriz MET – Materiales, Energía y Emisiones Tóxicas- que analiza todas las etapas del ciclo de vida del producto, en los diferentes efectos ambientales que el producto tiene y en los materiales consumibles que incorpora en los diversos procesos, con el fin de plantearse cuestionamientos sobre la funcionalidad y aceptación del producto, para mejorarlo.
- d) **Creación de nuevas ideas.** En esta fase se crean opciones de mejora para el producto con base en la información generada, hay elementos como: la Rueda de Estrategias de Diseño en el Ciclo de Vida (LiDS); la Lista de Opciones de Ecodiseño; y la Matriz de Factibilidad, que son útiles en este momento. La rueda permite visualizar qué estrategias de ecodiseño es posible seguir y analizar y cómo está el producto actualmente frente a esas estrategias. Agrupa las ideas en tres niveles: componentes de producto, estructura de producto y sistema de producto.
- e) **Desarrollo del concepto.** Esto surge de la combinación de ideas de mejora con el fin de ir generando diversos conceptos que derivan de la interrelación de variables, para posteriormente seleccionar aquel concepto que cumpla con los requerimientos del proyecto y mejore el desempeño del producto en las áreas prioritarias que marca la rueda LiDS, una vez seleccionado el concepto se detalla en cada una de las etapas del ciclo de vida del producto ya con una visión integral que lleva a la creación de un prototipo.

f) **Evaluación de resultados.** Es la fase final que evalúa el producto y el proyecto, con el fin de establecer actividades de seguimiento para la integración formal del ecodiseño a las operaciones regulares de la empresa a través de un sistema de gestión ambiental que garantice esquemas estables y de mejora continua. En la evaluación de producto se consideran los beneficios ambientales y económicos del nuevo producto y las ventajas que ofrece para facilitar su posicionamiento. En la evaluación del proyecto se revisa la forma en que se desarrolló el proceso de aprendizaje para, establecer un plan de trabajo que mejore el sistema de gestión ambiental.

Estrategias empresariales basadas en el ecodiseño

Para las empresas el ecodiseño se traduce en generar ventajas económicas y ambientales que rebasan el campo de acción del fabricante y vincula el diseño de un producto dentro de una red más amplia que contempla: extracción, producción, logística, manejo y eliminación de materias primas. Distintos investigadores (Costa y Gouvinhas, 2003; Hatcher, Ijomah y Windmill, 2011; Horbach, Rammer y Rennings, 2012; Denac, 2017; Le van, Nguyen y Nguten, 2019) advierten un serio problema en los sectores de manufactura que pretendan desarrollar productos con los criterios del ecodiseño, ya que actualmente existe una divergencia en implementar diversos métodos y herramientas para generar productos amigables con el medio ambiente. En el sector muebles el reto principal radica en reconocer la existencia de una brecha de integración con el uso de materiales empleados en la fabricación de productos que sean atractivos para los clientes y sean sustentables (Figura 2).

Figura 2. Principales problemas para implementar estrategias basadas en el ecodiseño



Fuente: elaboración propia 2020

Según (Andriankaja et al. 2015), los métodos de diseño ecológico existentes no siempre se adaptan a estructuras particulares, organizaciones o sectores empresariales, por tanto, existe una brecha entre el proceso del diseño y la práctica diaria de los diseñadores (Vogtlander et al. 2017). En consecuencia, las actividades de diseño ecológico deben planificarse cuidadosa y sistemáticamente, en particular cuando se trata de las Pyme donde el capital humano y financiero a menudo es limitado. Llevar a cabo iniciativas en este sentido necesita el apoyo y el compromiso de la alta dirección, independientemente del tamaño de la empresa. En América Latina incorporar el ecodiseño en la fabricación de muebles no es un tema relevante para los gobiernos, y ello se ve reflejado en las políticas ambientales de los países lo cual restringe la innovación dentro del sector. Su área de oportunidad tendría que orientarse hacia el ecodiseño de ciertos productos que se inserten en cadenas de valor o que hagan sinergia con otros procesos de manufactura que generan subproductos, ello estimularía cambios en las Pyme dedicadas a la fabricación de muebles y promovería su vínculo con sectores industriales relacionados, impulsando la simbiosis industrial (Carrillo, 2013).

Tabla 8. Estrategias empresariales basadas en el ecodiseño

	Perspectiva estratégica	Estrategia	Visión de la organización	Ecodiseño	Características
1	Corporativa	Desarrollo de producto por costo, rendimiento, calidad	Maximización unilateral de la ganancia	Parte de un proceso de producción derivado de la ingeniería de diseño proceso	Conservadora, invertir fuera de lo conocido implica un riesgo
2	Diversificada	Aminorar el impacto global en el medio ambiente	Económica	Diseño de producto o servicio	atributos ambientales de un producto integrando los aspectos ambientales en un producto
3	Fragmentada	Integración sistemática de consideración ambiental	Orientada a la mercadotecnia	Diseño ecológico, consideración ambiental en el proceso de diseño a través del ciclo de vida del producto	Diseño y desarrollo de productos
4	Desarrollo sostenible	<i>Ecodesign</i> (Europa) <i>Design for Environment</i> (EE.UU.) Forma de desarrollar productos de acuerdo con el desarrollo sostenible	Apoyo de expertos	Forma de desarrollar productos donde el medio ambiente los aspectos reciben el mismo estado que la funcionalidad, durabilidad, costos, tiempo de comercialización, estética, ergonomía y calidad	Mejorar el medio ambiente del producto rendimiento
5	Holística	Holística que integre problemas ambientales y sus causas	Comunitaria	Selección de materiales para la producción, uso, reutilización y reciclaje de productos	Reciclaje y uso de desechos
6	Sistemas de gestión	Sistemas de gestión ambiental. Guía para la incorporación de ecodiseños.	Responsabilidad Social Empresarial	Conjunto de prácticas orientadas a la creación de productos y procesos eco eficientes.	Normatividad ISO 14006 2011 Ecoeficiencia.
7	Ciclo de vida	Reducir impactos ambientales adversos a través del ciclo de vida de un producto	Responsabilidad Social Empresarial. Sistema de expertos	Integración de los aspectos ambientales en diseño y desarrollo de productos	<i>Ecodesign y Design for Environment</i> (DfE) Ecodiseño

Fuente: elaboración propia 2020

Para la fabricación de muebles, la selección del material adecuado representa un gran desafío. Según (Zarandi et al, 2011) es la parte de proceso más exigente por la gran cantidad de información que se debe analizar. Principalmente se observan propiedades de los materiales, los cuales varían en términos de sus características mecánicas, térmicas, eléctricas, físicas, ambientales, económicas, ópticas y biológicas. Estos autores señalan que

en el mundo existe un número limitado de ingenieros de diseño que cuentan tienen un conocimiento profundo de todas estas propiedades de un material en concreto. Este problema genera dificultades para la fabricación de productos orientados al ecodiseño. Por lo tanto, el ingeniero o diseñador industrial debe guiarse en la selección del material que tiene más familiaridad. En este sentido, el desarrollo de productos “Eco amigables” (*Eco-friendly*) representa una estrategia que tiene resultados positivos para el desarrollo de productos dentro de un sector determinado (Katsikeas, Leonidou y Zeriti, 2016). Su efectividad en el desarrollo de productos que sean sustentables da cuenta también de su capacidad de integrar varios expertos. Al ofrecer nuevos productos y mejorar los existentes incorporando criterios ambientales se consolidan estrategias de fabricantes de muebles de pymes.

Un ejemplo de ecodiseño se ha documentado con la fabricación de sillas elaboradas de desperdicios de plásticos que antes eran botellas de agua y fueron transformadas en objeto de diseño para el hogar y la oficina. El estudio londinense de diseño industrial Barber & Osberby crearon para la empresa estadounidense Emeco productos basados en la idea del Ecodiseño. Para su colección Primavera 2020 idearon su modelo silla *On & On* (Fotografía 1). Este objeto se apila en forma circular fue relaborada con material reciclado de polietileno tereftalato (PET). Una de las principales características es que el material de fabricación permite nuevamente su reciclaje. Estos diseñadores de interiores y arquitectos ingleses buscaban materiales sostenibles, de ahí la importancia del proceso para su selección. El modelo *On & On* cuenta con una composición de 70% de desechos de botellas de plástico, 10% de pigmento no tóxico y 20% de fibra de vidrio para otorgarle mayor resistencia a las sillas (Emeco, 2020).

Fotografía 1. Colección sillas ON & ON



Fuente: Emeco (Nueva York, 2020) Diseñada por Barber & Osgerby

De acuerdo a los principios de reciclaje de circuito cerrado, la empresa Emeco ya los produce en serie. Inclusive cuenta con un programa “Silla a Silla”, donde los clientes devuelven las sillas que no ocupen para reutilizarlas y construir nuevas. Estos modelos de sillas promueven el uso eficiente del plástico garantizando menores emisiones de carbono. Dando como resultado sillas y taburetes completamente sostenibles. Por su parte, la firma italiana Calligaris presentó un modelo de silla *Vela* (Fotografía 2). La base de la silla se compone de barras de metal reutilizado sobre una base de polímero o bioplástico.

Fotografía 2. Silla ergonómica moderna



Fuente: Calligaris (Nueva York, 2020) Diseñada por E-ggs

CONCLUSIONES

Winston Churchill, después de acabada la Segunda Guerra Mundial, dijo: *Never let a good crisis go to waste* -Nunca permitas que una crisis se desperdicie- (Cameron, 2019). Toda coyuntura de gran magnitud, como el cambio climático y la pandemia Sars Covid-19, representan un espacio para reflexionar y actuar. Sin lugar a dudas somos testigos de momentos históricos y estamos presenciando la transición hacia un nuevo paradigma que impulsa un modelo productivo hacia el cierre de ciclos cuyo objetivo es la armonía entre los ecosistemas, la sobrevivencia de las especies y una nueva concepción del desarrollo para la humanidad. El sector mueblero, como el resto de los sectores productivos tendría que transitar hacia un modelo de producción circular y reinventar sus modelos de negocio. Este trabajo permitió identificar que algunas empresas, a pesar de la crisis, buscan enfocar sus estrategias de afuera hacia adentro, es decir, abrir nuevos nichos y oportunidades de negocio.

Es interesante cómo las acciones que lleva a cabo la Unión Europea en su Plan de Acción sobre la Eco-Innovación y sus metodologías de ecodiseño se pueden extender hacia otras zonas geográficas. Este tipo de iniciativas y las tecnologías ecológicas son clave para el futuro de Europa, donde hay un mayor impulso, pero también para el resto del mundo. Europa ya ha hecho explícito en dicho plan que la prosperidad económica y el bienestar de la región están intrínsecamente vinculados a su entorno natural, y a la demanda mundial por energías renovables y soluciones eficientes en el manejo de sus recursos naturales, adicionalmente será una fuente de empleo y crecimiento económico frente a las crisis. De ahí la importancia de contar con marcos jurídicos que permitan el consumo y producción sostenibles fortaleciendo a las pymes innovadoras.

Sobre esta base, ¿Cómo disminuir el desperdicio de materiales en el sector de muebles, mediante el diseño? Sin duda, una respuesta se encuentra en el uso de metodologías como el ecodiseño, entre otras, enmarcadas en el paradigma de la economía circular. Sin embargo, como todo cambio de paradigma, esto es un proceso lento que implica una transformación cultural que involucre los esfuerzos de los distintos sectores sociales donde los gobiernos juegan un papel protagónico. La Unión Europea ha encabezado con mucha energía esta transformación, no obstante, se constata la falta de esfuerzos colectivos entre los países. Basta con observar la tendencia de la inversión en temas ambientales que no sobrepasa el medio punto porcentual del PIB en alguno de los países de la Eurozona, habría que revisar estos indicadores en el resto del mundo que vienen atrás de dicha región. Entre las dificultades concretas que enfrentan las empresas está aún la heterogeneidad en las regulaciones, la selección de materiales adecuados que reduzcan el desperdicio y el uso de materia prima virgen, la instrumentación de estrategias ambientales los vincula a un proceso complejo que requiere de un profundo conocimiento y experiencia sobre sus propiedades y manejo. Por lo que se identificó en la literatura revisada, como algunas empresas del sector mueblero impulsan sistemas de expertos en los cuales se comparten alternativas desde el punto de vista ambiental, como una alternativa para sumarse a estas nuevas tendencias.

REFERENCIAS

Abby G., McCain K., Lawrence S. y Giles L (2001). Scholarly publishing in the Internet age: a citation analysis of computer science literature, *Information Processing &*

Management, 37 (5), 661-675, Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0306-4573\(00\)00047-9](https://doi.org/10.1016/S0306-4573(00)00047-9).

Ausbel, J. (1992); Industrial Ecology: Reflections on a Colloquium in Proceedings of the National Academy of Sciences; Num. 89. Feb.

Andriankaja, H., Vallet, F., Le Duigou, J., y Eynard, B. (2015). A method to ecodesign structural parts in the transport sector based on product life cycle management. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 94, 165–176. doi:10.1016/j.jclepro.2015.02.026.

Bunker, S., (1996) Materias primas y economía global: olvidos y distorsiones de la ecología industrial; *Rev. Ecología Política* No. 12; Barcelona

Cameron, B. (2019). In the shutdown era, agencies must reinvent citizen (and employee) experience. Recuperado de [https://www.destinationcrm.com/Articles/Columns-Departments/Customer-Experience/In-the-Shutdown-Era-Agencies-Must-Reinvent-Citizen-\(and-Employee\)-Experience-130743.aspx](https://www.destinationcrm.com/Articles/Columns-Departments/Customer-Experience/In-the-Shutdown-Era-Agencies-Must-Reinvent-Citizen-(and-Employee)-Experience-130743.aspx).

Calligaris (Nueva York, 2020) Diseñada por E-ggs, Silla ergonómica moderna, Recuperado de <https://calligarisnyc.com/dining/chairs/working/vela-cs2009-modern-ergonomic-chair>

Carrillo, G. (2013) Gestión ambiental para la ecología industrial en G. Carrillo (Coord.) La ecología industrial en México (pp.117-137), UAM-X y Teoría y Análisis. ISBN: 978-607-28-0055-7 y 978-970-31-0929-6.

Carrillo, G. (2009). Una revisión de los principios de la ecología industrial; Argumentos, Año 22, ene-abril. UAM. pp 247-270 ISSN 0187-5795

- Carrillo, G. y González, G. (2006). Gestión de proyectos empresariales: El ecodiseño, un instrumento para la sostenibilidad. Anuario de Administración para el Diseño. UAM Azcapotzalco, México.
- Chertow, M., 2000; Industrial Symbiosis: Literature and Taxonomy, Annual Review of Energy and Environment, vol. 25
- Comisión Europea (2016). Special Eurobarometer. Financial Products and Services. *Issue* 446, Jul.
- Comisión Europea (2017). Report on the implementation of the Circular Economy Action Plan
- Comisión Europea (2019). Accelerating the Transition to the Circular Economy. Improving access to finance for circular economy projects. European Union
- Comisión Europea (2019). Report from the commission to the European Parliament, the council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the regions on the implementation of the Circular Economy Action Plan
- Comisión Europea (2020). Eurostat. Circular Economy Recuperado de: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/circular-economy/indicators/main-tables>
- Costa, G. y Gouvinhas, R., (2003). Ecodesign strategies and the product development process within northeast SME Brazilian companies. *Product Management & Development*, 2(1),.31–40. Disponible en: <https://www.designsociety.org/publication/23940/ecodesign+strategies+and+the+pr+duct+development+process+within+northeast+sme+brazilian+companies>
- Denac, M, Obrecht, M, Radonjič, G. (2018), Current and potential ecodesign integration in small and medium enterprises: Construction and related industries. *Bussines*

Stratategy and the Environment. 27(7), 825– 837. Disponible en:
<https://doi.org/10.1002/bse.2034>

Ecodiseño (2001); Manual de Ecodiseño para Centroamérica. Recuperado de:
http://www.cegesti.org/manuales/download_manual_ecodiseno/manual_ecodiseno.pdf

Eco-Innovation Inputs. Explore Green Economy Indicators (<https://measuring-progress.eu>)

Emeco (Nueva York, 2020) Colección sillas ON & ON, diseñadas por Barber & Osgerby,
Recuperada de <https://www.emeco.net/featured-story-on-and-on-by-barber-and-osgerby>

Erkman, (2001) Industrial Ecology: a new perspective on the future of the industrial
system. Assemblée annuelle de la Société Suisse de Pneumologie, Genève, 30 mars.

Eurobarómetro (2016, Diciembre 22). Comisión Europea, Representación en España,
comunicado de prensa. Recuperado de
https://ec.europa.eu/spain/sites/spain/files/release-161222_eurobarometer-autumn.pdf

Frosh y Gallopoulos (1989); Strategies for Manufacturing; Scientific American Review;
USA

Gladwin, T.(1993); The Meaning of Greening: A Plea for Organizational Theory. In
Environmental Strategies for Industry. International Perspectives on Research
Needs and Policy Implications, Fischer, K. And Schot, J. (eds.), Island Press,
Washington, DC, p. 37-61

- Gobierno Vasco (2000); Manual práctico de Ecodiseño, *Operativa de implantación en 7 pasos*. IHOBE SA, País Vasco
- Godrum, A. et al (2001), Scholarly publishing in the Internet age: a citation analysis of computer science literature, *Information Processing & Management*, 37, 661-675.
- Graedel, T. (1996); “On the concept of Industrial Ecology”; in *Annual Review Energy Environmental*. Num. 21
- Hernández, P. (2018). Metodología cualitativa en bibliotecología y ciencias de la información. Un análisis bibliográfico de artículos académicos. *Investigación Bibliotecológica*. Vol. 33. Núm. 78.
- Horbach, J., Rammer, C. y Rennings, K., (2012). Determinants of ecoinnovations by type of environmental impact — The role of regulatory push/pull, technology push and market pull. *Ecological Economics*, 78,112–122.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.04.005>
- Humphris-Bach, A., Essig, C., Morton, G. y Harding, L. (2016). EU Resource Efficiency Scoreboard. Comisión Europea, Unión Europea.
- ONU (2019). Informe de las Perspectivas de la Población Mundial 2019; Comunicado de Prensa
(https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2019_PressRelease_ES.pdf)
- Kagawa & Such, (2009); “Industrial Ecology and Input-Output Economics: A Brief History”, Chapter 3, *Handbook of input-output economics in industrial ecology*, Dordrecht, Springer, pp. 43-58

- Katsikeas, C.; Leonidou, C.; Zeriti (2016) A. Eco-friendly product development strategy: antecedents, outcomes, and contingent effects. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 44 (6), 660–684. Doi 10.1007/s11747-015-0470-5
- Kaza, S. (2018); What a Waste 2.0: A global snapshot a solid waste management to 2050. World Bank. www.worldbank.org/what-a-waste
- Korhonen J. (2001); Four ecosystem principles for an industrial ecosystem; *Journal of Cleaner Production* 9, pp 253–259
- Konijn, (1994); The make and use of commodities by industries, University of Twente, Ph.D. thesis
- Linder, M., and Williander, M. (2017) Circular Business Model Innovation: Inherent Uncertainties. *Bussines Stratategy and the Environment.*, 26: 182– 196. doi: 10.1002/bse.1906.
- Le Van, Q, Viet Nguyen, T, Nguyen, MH. (2019). Sustainable development and environmental policy: The engagement of stakeholders in green products in Vietnam. *Bussines Stratategy and the Environment*; Vol. 28, pp. 675– 687. <https://doi.org/10.1002/bse.2272>
- Lowe, E.A.(2001); *Eco-Industrial Park Handbook for Asian Developing Countries*. Indigo Development RPP International, Emeryville, CA. Indigo. Www.indigodev.com
- Martínez, A. y Porcelli, A. (2018); Estudio sobre la economía circular como una alternativa sustentable frente al ocaso de la economía tradicional); *LEX*, 16(22), 301-334.
- Paton, B. (1994): “Design for Environment. A Management Perspective”. In *Industrial*

Ecology and Global Change, Socolow, R.H., Andrews, C., Berkhout, F. And Thomas, V. (eds.), Cambridge University Press, Cambridge, p. 349-357.

Rodríguez, I. (2012); “La nave espacial Tierra” de Kenneth Boulding. *Revista de Economía Crítica*, nº14, segundo semestre 2012, ISSN 2013-5254 pp 320-326

Simbolo de calidad (s.f.), El ecodiseño como filosofía productiva para el mueble, recuperado de

Blog de información y actualidad relacionadas con la Calidad del Mueble
<http://blog.simbolocalidad.com/el-ecodiseno-como-filosofia-productiva-para-el-mueble>

Stahel, W. (1977, Julio), The potential for substituting manpower for energy, European Community

Report. Recuperado de <https://www.econbiz.de/Record/the-potential-for-substituting-manpower-for-energy-final-report-30-july-1977-for-the-commission-of-the-european-communities-reday-mulvey-genevi%C3%A8ve/10000552301>

Tibbs, H. 2001; “Cahier de propositions” of the Industrial Ecology Workshop (First draft for discussion, based on contributions by Suren Erkman, Colin Francis, Ramesh Ramaswamy) Geneva, 27 August.

Zanghelini, G. M., de Souza Junior, Henrique R., A., Kulay, L., Cherubini, E., Ribeiro, P. T., & Soares, S. R. (2016). A bibliometric overview of Brazilian LCA research. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 21(12), 1759-1775. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11367-016-1132-7>

Zarandi, M., Mansour, S., Hosseinijou, A., y Avazbeigi, M. (2011). A material selection methodology and expert system for sustainable product design. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Vol. 57, pp. 9-12, 885–903. doi:10.1007/s00170-011-3362-y

Vogtlander J., Scheepens A., Bocken N. y Peck D. (2017) Combined analyses of costs, market value and eco-costs in circular business models: eco-efficient value creation in remanufacturing, *Journal of Remanufacturing* Vol. 7, Núm. 1, pp. 1-17. DOI:10.1007/s13243-017-0031-9



CAPÍTULO V

AVANCES TECNOLÓGICOS EN APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA FABRICACIÓN DE PANELES, LÁMINAS Y TABLEROS COMO ESTRATEGIA DE ECONOMÍA CIRCULAR EN AMÉRICA LATINA

Autores

Gina Lindo Montañez
Marceliano Payares-Ayola

AVANCES TECNOLÓGICOS EN APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA FABRICACIÓN DE PANELES, LÁMINAS Y TABLEROS COMO ESTRATEGIA DE ECONOMÍA CIRCULAR EN AMÉRICA LATINA

Gina Lindo Montañez¹

Marceliano Payares-yola²

RESUMEN

El presente documento buscaba identificar los avances tecnológicos para el aprovechamiento de residuos sólidos en la fabricación de paneles, láminas y/o tableros como estrategia de Economía Circular. Para ello, se partió de la revisión documental asociadas con descriptores con un total de 1110 documentos y una selección final de 78 documentos entre el periodo comprendido entre enero de 2000 a abril de 2020. El estudio presentó un análisis alrededor del concepto de Economía Circular y otros conceptos subyacentes que complementan la estrategia de una industria en armonía con el medio ambiente. En la revisión documental se identificaron los avances tecnológicos en el aprovechamiento de residuos sólidos vegetales y la combinación de residuos sólidos de

¹ Vicedecana Universidad Sergio Arboleda sede Santa Marta, Colombia. Correo institucional: gina.lindo@usa.edu.co. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0005-3319>.

² Investigador Universidad Sergio Arboleda sede Santa Marta, Colombia. Correo institucional: marceliano.payares@usa.edu.co ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5530-8641>.

madera, como el aserrín combinado con polímeros para mejoramiento del proceso de fabricación de los paneles, laminas y tableros, además de coincidencias entre las experiencias de Londres, Finlandia y Colombia, mostrando el impacto de las iniciativas planteadas en estos últimos alrededor de la Economía Circular.

Palabras Clave: Economía Circular, cadena de valor, residuos sólidos, tableros paneles y láminas.

Abstract

This document sought to identify technological advances for the use of solid waste in the manufacture of panels, sheets and / or boards as a Circular Economy strategy. To do this, the researchers started from the documentary review associated with specific descriptors with a total of 1,110 documents and a final selection of 78 documents between the period from January 2000 to April 2020. The study presented an analysis around the concept of Circular Economy and other underlying concepts that complement the strategy of an industry in harmony with the environment. The documentary review identified technological advances in the use of vegetable solid waste and the combination of solid wood waste, such as sawdust combined with polymers to improve the manufacturing process for panels, sheets and boards, as well as coincidences between the experiences from London, Finland and Colombia, showing the impact of the initiatives proposed in the latter around the Circular Economy.

Key words: Circular Economy. Value Chain. Solid Waste. Wood. Board. Planks.

¿Cuáles son los avances tecnológicos para el aprovechamiento de residuos sólidos en la fabricación de paneles, láminas y/o tableros como estrategia de Economía Circular?

INTRODUCCIÓN

Los recursos económicos son finitos, lo que conlleva a que sea imperativo, la potenciación de las materias primas utilizadas en los procesos de producción, para la obtención de productos que buscan satisfacer las necesidades de la población. Sin embargo, hoy en día, como resultado de la elaboración de su oferta al mercado, las empresas generan una gran cantidad de residuos sólidos en los distintos sectores productivos donde se ubican, lo que se convierte en una oportunidad para la implementación de la Economía Circular, que según Moscoso, Rojas & Beraún (2019) busca la durabilidad de los productos a través de la reutilización y reciclaje, dentro de los límites de los ecosistemas naturales, asegurando un desarrollo sostenible en todos sus procesos.

En este sentido, se busca la optimización de los recursos mediante la conversión de los residuos sólidos, por medio de procesos como: la reutilización y el reciclaje en materia prima para la producción de nuevos productos o de productos ya existentes en el mercado. Es la alineación del proceso productivo en cada una de sus áreas para maximizar los recursos finitos y de esa manera convertir el desecho de la producción en una oportunidad de mejora continua que se traducirá en alternativas ecológicas y de impacto positivo al medio ambiente, traduciéndose en un generador de ganancias para el sector productivo, los consumidores finales y la sociedad.

En paralelo, vale la pena analizar un concepto similar de específica aplicabilidad en el sector de muebles de madera y corresponde a la utilización en cascada, según Mair & Stern, (2017), la Economía Circular y la Utilización en Cascada, comparten principalmente la base del uso continuado del material o un producto en sí mismo, prolongando así su tiempo de vida y generando eficiencia. En este sentido, Ilie, Ilie & Marin (2019) en el estudio de Management Strategies in Circular Economy reconocieron entre las características que la economía circular debe cerrar, reducir y reforzar el ciclo de recursos y debe cubrir las diferentes prácticas empresariales, desde la consideración hasta el desarrollo de oportunidades.

Los países alrededor del mundo, se han visto llamados a buscar estrategias que permitan el mayor aprovechamiento de los residuos sólidos para la fabricación de los productos del tejido empresarial de sus naciones, para lo cual se han planteado retos que tienen como objetivo tanto ser eficaz, eficiente y efectivo en la utilización de los insumos, así como desarrollar la capacidad para la reutilización de los residuos sólidos en el proceso de elaboración de los productos finales de las compañías. Es el caso de España, cómo lo destaca Duran (2019) con la aprobación de la Estrategia Española de Economía Circular 2030 en la que se estipulan medidas para 2021 en la consolidación de modelos de negocios sostenibles en el marco de la Economía Circular impulsada por la Unión Europea entre sus países miembros.

En otras latitudes, para el caso de América Latina y el Caribe, Graziani (2018) sustenta que la gestión de los residuos sólidos en la región está avanzando y mejorando como es el caso de México, Buenos Aires, Sao Paulo y Bogotá, en el manejo de los residuos sólidos municipales, pero aún son necesarias mejoras significativas. Con base en lo expuesto por

este autor, se deben aprovechar las tecnologías utilizadas y el aprendizaje en Asia y la Unión Europea que se detallan a continuación en dos países de cada continente:

Tabla 9. Aprendizaje en Asia y Europa.

Continente	País	Año	Tecnología/estrategia	Programa	Problemática	Resultados
Asia	Seul (Corea Del Sur)	2014	ECO CUBE LABS	Contenedores solares inteligentes para la recolección diferenciada de la basura	Altos costos de recolección de la basura para el municipio.	→ Reducción en la frecuencia de recolección del -66 % (reducción de las emisiones de CO2) → Costos operativos de recolección de la basura reducidos del -83 % → Aumento del porcentaje de reciclaje del +46 % (ahorro energético y del uso de materia prima)
	Japón	2001	3R (reducir, reciclar, reusar)	Reciclaje de los Residuos de Aparatps Electronicos (RAEE) en Japón	→ En el 2014, Japón ha producido 2,2 millones de toneladas de RAEE (17,3kg per cápita/año) → Entre los años 1960-1970 se registró un drástico aumento de la generación de los residuos debido al rápido crecimiento económico	→ 140.000 toneladas de RAEE recolectadas (2015) → Más del 60 % del volumen de plástico recuperado → 135 millones de unidades de aparatos recuperadas en los últimos años
Europa	España	2011	RECOLECCIÓN DIFERENCIADA PÚBLICO-PRIVADA	Sistema de reciclaje de papel y cartón en España	→ En 2016 la producción total española fue de 7,9 millones de toneladas, que se distribuyen en 1,7 millones de celulosa y 6,2 millones de papel y cartón.	→ El 88 % restante (3,8 millones de toneladas), de los sistemas de recolección comerciales e industriales → 4 millones de toneladas de emisiones de CO2 ahorradas
	Milán (Italia)	2012	Separación en la fuente	Recolección intensiva en la fuente de los residuos orgánicos domiciliarios en Milán	Hasta el 2011 la ciudad de Milán registraba una tasa de reciclaje total del 35 %, principalmente de materiales sólidos inorgánicos como papel, vidrio, plástico y metales.	→ 15.000 ton/año de compost de alta calidad son generados para venderse en el sector de agricultura. → 130.000 toneladas/año de residuos orgánicos recolectados que permiten generar 5,4MW de energía por año, evitando la emisión de 8.760t CO2

Fuente: Elaboración propia con base en Graziani (2018)

La Unión Europea, ha gestionado de manera eficiente e integrada los procesos de transición hacia un modelo de Economía Circular en los países miembros, lo que puede evidenciarse a través de una plataforma en línea que permite acceder a los datos relacionados con la Economía Circular, a través del uso de diferentes parámetros como filtros.

A continuación, se presenta un análisis de dos estrategias:

Finlandia: A partir de la composición de su economía, este país identifica de manera prioritaria la industria que se abastece a partir de sus bosques. Este es el modelo que

presenta los aspectos claves al establecer una estrategia de economía circular para el ciclo de los negocios cuyas materias primas se obtienen de los bosques:

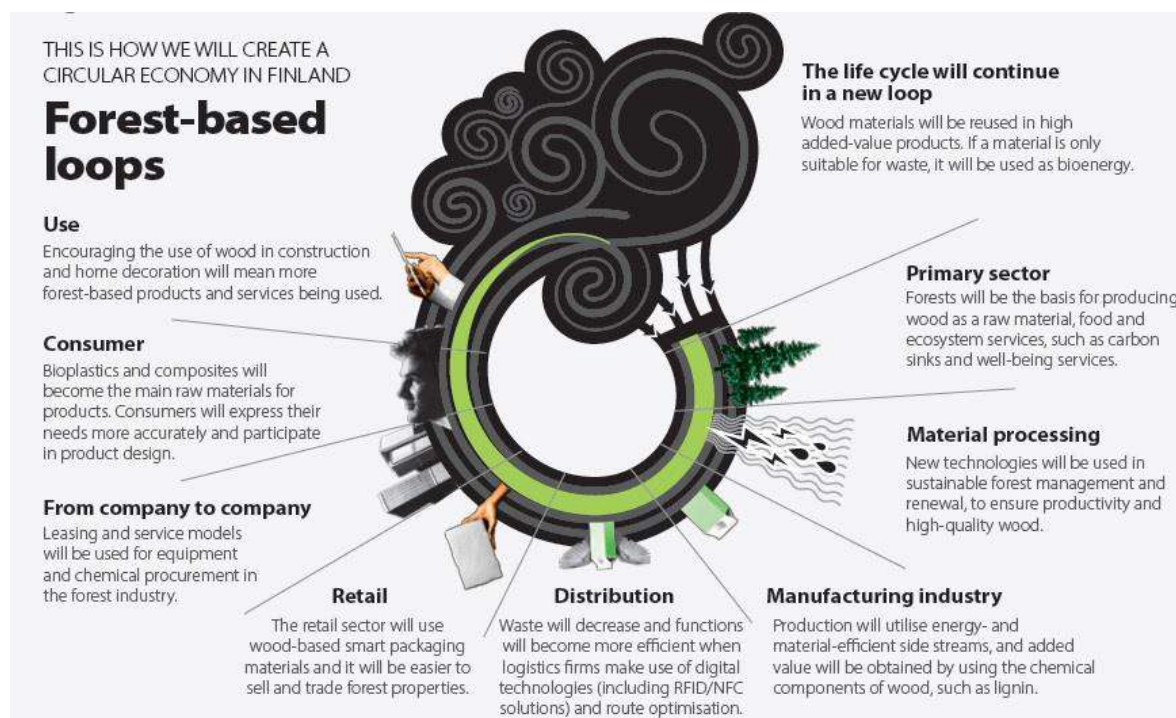


Figura 10. Ciclo de empresas que se abastecen de los bosques
Fuente: Leading the cycle – Finnish road map to a circular economy 2016 - 2025

En el ciclo se presenta una estrategia de reuso de los materiales a base de madera bajo la premisa de agregar valor al producto y en paralelo señala cómo el residuo que no es utilizable será de uso para generar bioenergía. Abordan cada componente así: **Uso**, mencionando cómo a partir de impulsar el uso de madera en la construcción y en el hogar, se genera el mismo efecto en todos los productos y servicios asociados a la producción de la misma. Respecto al **consumidor**, expresan cómo los bioplásticos y las compostas serán la principal materia prima para la elaboración de los productos y cómo el mismo consumidor solicitará el uso de este tipo de materiales, haciendo parte activa del proceso de diseño. En la **interacción entre compañías**, se muestra cómo los modelos de leasing o la tercerización de servicios proporcionarán a la industria las maquinarias necesarias para el tratamiento de

los materiales. Con relación al *comercio al por menor*, señalan cómo se impactará el uso del “empaque inteligente” haciendo al uso de la producción de este tipo de elementos con material reutilizado o reciclado. En lo que compete a la *distribución*, se indica cómo disminuirá el residuo no utilizado y cómo se hará más eficiente la logística a partir del uso de la tecnología. Al abordar la *industria manufacturera*, se describe cómo mejora la producción mediante el uso eficiente de la energía y los materiales en todo el proceso; señala el uso de la lignina de la madera. La tecnología vuelve a ser un factor fundamental en el proceso de *tratamiento de los materiales* para garantizar los mayores estándares de calidad. Desde luego, la base de todo el ciclo serán los bosques para suministrar la materia prima, alimento y los servicios propios del ecosistema.

Londres: Esta ciudad presenta un modelo proyectado hacia la industria de la construcción, que presenta elementos pertinentes para el análisis actual. Este modelo abarca: los modelos de negocio circular, los principios de diseño establecidos en una economía de este tipo y los residuos cómo recurso. El diagrama muestra una jerarquía que va desde Conservar (Retain), Reparar (Refit), Restaurar (Refurbish), Recuperar/Reusar (Reclaim, Reuse), Remanufactura (Remanufacture), Reciclar/Usos de compostaje (Recicly, Compost). En cuanto a los principios de diseño, en términos generales presenta un modelo que haga posible la reutilización de los materiales y que permita desarmar las piezas.

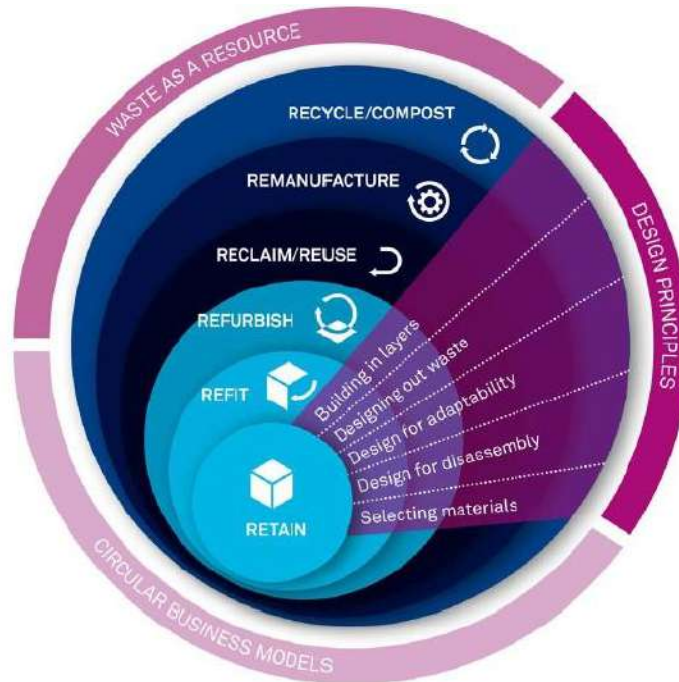


Figura 11. Modelo de Economía Circular para el sector de la construcción
 Fuente: London's circular economy route map

Las experiencias de Japón, Seúl, España, Londres y Milán pueden ser replicadas, acompañado de un proceso de concientización dirigido a la sociedad, el desarrollo de capacidades de los miembros del sistema productivo empresarial y el fortalecimiento y consolidación del marco normativo que permita crear incentivos, estímulos e iniciativas estratégicas en América Latina y el Caribe que comparten cómo objetivo propiciar el tránsito a la Economía Circular; el cual se presentan a continuación:

Tabla 10. Iniciativas aprovechamiento Residuos solidos

País	Gestor	Iniciativa	Año	Resumen iniciativa
Argentina	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable	Estrategia Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos 2005 - 2025 (ENGIRSU)	2005	Estrategia que define la política sectorial del Gobierno que se compone de un conjunto de medidas que tienden a implementar un Sistema de Gestión Integral de RSU en el territorio nacional.
Colombia	Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible	Estrategia Nacional de Economía Circular 2018-2022	2019	Valorización continua de los recursos, el cierre de ciclos de materiales, agua y energía, nuevos modelos de negocio y la simbiosis industrial para optimizar la eficiencia en la producción y consumo de materiales.
El Salvador	Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales	Plan El Salvador Sustentable al 2030	2018	Conservación y restauración de la naturaleza, y propone el reto de encontrar la fórmula que promueva el desarrollo económico y social en armonía con el ambiente.
Mexico	Gobierno de la Ciudad de México	Plan de Acción para una Economía Circular, 2019	2019	Mejorar infraestructuras y lograr transformar las 12.700 toneladas de residuos sólidos que se generan diariamente en la ciudad, a través de un proceso de reciclaje que permita reincorporarlos a nuevos procesos productivos.
Perú	Ministerio del Ambiente	Eje Estratégico "Perú Limpio", 2016	2016	cuenta con tres componentes: 1. Residuos Sólidos / No toda la basur es basura; 2. Ecoeficiencia / Cuidar el ambiente es un buen negocio; 3. Entidades Públicas Sostenibles / Un Estado que cuida el Ambiente
Bolivia	Ministerio de Medio Ambiente y Agua	Ley N° 755 sobre Gestión Integral de Residuos, 2015	2015	Establecer la política general y el régimen jurídico de la Gestión Integral de Residuos en el Estado Plurinacional de Bolivia, priorizando la prevención para la reducción de la generación de residuos, su aprovechamiento y disposición final sanitaria y ambientalmente segura.
Brasil	Ministerio del Medio Ambiente	Ley N° 12,305 Política Nacional de Residuos Sólidos, 2010	2010	Política Nacional de Residuos Sólidos, disponiendo sobre sus principios, objetivos e instrumentos, así como sobre las directrices relativas a la gestión integrada y gestión de residuos sólidos, incluidos los peligrosos, a las responsabilidades
Chile	CORFO / Ministerio de Economía	Centro Tecnológico en Economía Circular en Tarapacá	2019	Centro de investigación aplicada para el desarrollo competitivo de los sectores económicos, con focos en los modelos de economía circular que afecten las mejoras de productividad y sustentabilidad de los procesos industriales.
Ecuador	Union Europea y Ministerio del Ambiente de Ecuador	Pacto por la Economía Circular, 2019	2019	Lineamientos para elaborar una política pública que incentive la iniciativa de proyectos de Economía Circular en el país, contendrá también otros estudios para plasmar una línea base sobre el estado del país en torno a la economía circular y las oportunidades identificadas, así como las principales barreras a superar.

Fuente: Elaboración autores con base en Martínez, Henríquez, Freire, & Rodríguez, (2019)

Todas estas iniciativas en América Latina, buscan consolidar un marco normativo como base para que las entidades de gobierno, fundaciones, centros de investigación, gremios empresariales y sociedad, vislumbren una legislación en la cual estén las reglas claras que permitan que los distintos actores puedan a través de mecanismos e instrumentos recibir apoyo en las áreas de innovación, tecnología y desarrollo para un trabajo cooperativo y colaborativo que finalmente les otorgue herramientas suficientes para lograr reinventar el modelo de negocio con la oportunidad de concretar un crecimiento sostenible y fuentes de ingresos amigables con el medio ambiente.

En el caso de Colombia, a través del marco normativo se ha establecido la siguiente estrategia de Economía Circular:

Colombia: El Gobierno Colombiano, ha trazado igualmente una ruta hacia la adopción de una economía circular. Le apuesta a la fórmula de 1

as 3 R's: reducir, reciclar y reutilizar, destacando los beneficios de índole económico, ambiental y social positivo en la población, si se lograra una conciencia por parte de los habitantes del país (presidencia.gov.co, 2019).

En la estrategia de economía circular de Colombia, al enfocarse en cómo transformar la situación actual en una realidad con este enfoque, consideran factores cómo: el nuevo papel del residuo cómo materia prima, el reúso de materiales, la extensión en la vida de un producto que puede ser restaurado o transformado en un nuevo producto a lo largo del tiempo, el cambio en los productos y servicios que estarán en el mercado tanto desde la visión del empresario cómo desde los requerimientos del cliente y el factor tecnológico cómo punto clave para la transformación de la industria.

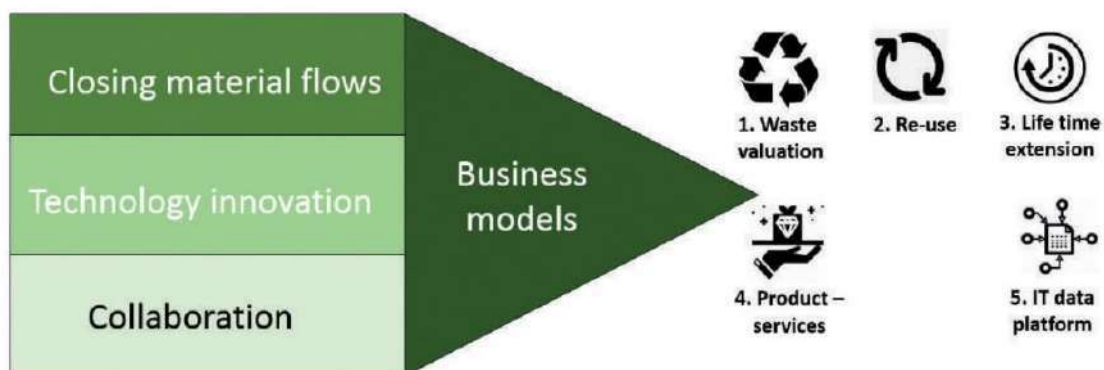


Figura 12. Dimensiones elementales de iniciativas de economía circular
Fuente: Gobierno de la Republica de Colombia. (2019). Estrategia Nacional de Economía Circular.

En lo que respecta a la estrategia de Economía Circular D'Amato et al (2017) destaca cómo ésta se enfoca más en la eficiencia del uso de los recursos para lograr un mejoramiento en la productividad y no considera lo suficiente aquellos aspectos sociales o propios del entorno en el que se pretende adaptar dichas prácticas. En contraste, los autores Martínez, Henríquez, Freire y Rodríguez, (2019) sustentan que la estrategia de Economía Circular es un camino para lograr la sostenibilidad económica, social y medioambiental en pro de un trabajo conjunto donde todos los actores se direccionen a un mismo Norte. En la investigación, resaltan el papel de los Gobiernos de América Latina de Colombia, México, Argentina, Perú, El Salvador, entre otros, para lograr a través de alianzas estratégicas promover iniciativas que permitan la articulación de actores que dinamicen para el aprovechamiento de los residuos sólidos en la fabricación de la oferta del sector empresarial en los distintos países.

En este sentido, Arroyo (2018) sostiene que una mentalidad consumista y un modelo de sistema de producción lineal ocasionarán en un futuro no muy lejano, escases de recursos naturales, por lo cual propone que el desarrollo sostenible se logre con la aplicación de las mejores prácticas, cómo es el caso de la Economía Circular, la inversión en innovación y tecnología.

Desde este contexto, en lo que respecta al ámbito global, la Comisión Europea (s.f.) destaca la Estrategia Europa 2020 para un crecimiento inteligente, sostenible e integrador, basada en tres prioridades enfocadas al crecimiento inteligente, sostenible e integrador. Destacando para este estudio, el crecimiento sostenible, que promueve una economía tendiente al uso eficaz de sus recursos, que sea verde y competitiva, creando lineamientos para el uso de energía limpia y el aprovechamiento de recursos sólidos a través del modelo de Economía

Circular para la optimización de los recursos con miras a un crecimiento económico sostenible.

Se destaca el caso del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, Ministerio de Economía, Industria y Competitividad (2018) con la estrategia España circular 2030, que contempla el conjunto de políticas ambientales, competitividad y sociales, como camino principal para el dinamismo de los actores que cuentan con unos instrumentos normativos, financieros, de I + D + i, y de sensibilización, formación y divulgación que permiten la comunicación entre cada uno de los miembros del ecosistema. La estrategia contempla un plan de acción 2018 – 2020 con su respectiva evaluación y seguimiento para identificar oportunidades de mejora en la transición al modelo de Economía Circular. En este sentido, la Fundación COTEC (2019), en su informe de

Economía Circular, enfatiza que en los procesos transitorios circulares se producen importantes beneficios ambientales, sociales y económicos, incluyendo la generación de empleo sostenible. Esto hace implícito el compromiso de todos los actores con las victorias obtenidas en el proceso, para que sean divulgadas y se transfiera el conocimiento logrando que los actores del ecosistema se empoderen de estas buenas prácticas y de esta forma crezca la concientización y bienestar social y económico. De igual forma manifiesta, que la transición hacia una Economía Circular implica un cambio sistémico que afecta a la totalidad de la economía e incluye todos los productos y servicios, con decisivas vinculaciones hacia la sostenibilidad, la competitividad, la innovación y el empleo.

Sin duda alguna, la cultura de innovación juega un rol importante para el acondicionamiento de las empresas que pretenden dar este paso, en este sentido, Vence y Pereira (2018) destacan la importancia de los esfuerzos en la innovación en distintos

niveles como: el tecnológico y el organizacional. Estos autores (Vence y Pereira) ponen sobre la mesa el concepto de eco-innovación como un factor facilitador en el tránsito de las empresas hacia una Economía Circular.

La estrategia Gallega de Economía Circular 2019-2030 (s.f.), le apuesta al Ecodiseño como uno de sus pilares, mostrando la relación intrínseca entre el diseño de un producto y su impacto medioambiental, cuando señala que: “el 80% de todos los impactos medioambientales de un producto en su ciclo de vida vienen determinados por su diseño”. En lo que respecta a la estrategia de economía circular aplicada en la empresa, Stewart & Niero (2018) en la revisión sistemática de 46 informes de sostenibilidad corporativa en el consumidor de rápido movimiento Sector de bienes muestran que la economía circular ha comenzado a integrarse en la empresa en su agenda de sostenibilidad.

La asociación patronal de carpintería de Gipuzkoa (s.f) asevera que el sector de la madera, carpintería y mueble puede contribuir de manera importante a la sostenibilidad de Gipuzkoa, sobre un modelo de producción y consumo basado en principios de Economía Circular, principalmente a las propiedades de la madera por ser renovable y de calidad y a la colaboración de los diferentes agentes que conforman la cadena de valor. Esta comunicación, colaboración y cooperación facilitará la articulación y ejecución de las distintas estrategias en el proceso de transición a la Economía Circular.

En lo que respecta a la fabricación de tableros como estrategia de Economía Circular Alarcón, Parra, & Droguett (2017) El rastrojo de cebada más el adhesivo resina de ricino, poseen la capacidad de adquirir una expresión superficial por prensado, ya que la consistencia de las fibras es resistente. Esto fue comprobado a través de distintas pruebas de

laboratorio que permitió constatar que el residuo sólido del rastrojo de cebada es consistente, resistente y posee un tamaño adaptable a curvaturas de radios amplios.

Estos productos realizados con base en residuos sólidos ofrecen una oportunidad de mercado, en este sentido Gamarra y Sjogreen (2018) profundiza sobre las ventajas que trae el aprovechamiento de residuos agroindustriales como sustitutos de la madera, además, del valor agregado que se les atribuye a los tableros que son amigables con el medio ambiente. Esta afirmación se hace con base en una investigación de mercados que muestra la aceptación del producto en los Estados Unidos, teniendo en cuenta las características de producción que presentan los tableros a partir de los residuos agroindustriales.

Según Fernández (2017), demostró con sus resultados de la tesis doctoral Análisis y evaluación de tableros de partículas de residuos vegetales, que se pueden obtener con pequeñas cantidades de cemento, placas de cemento palmera canaria con buenas propiedades mecánicas y térmicas logrando un excelente producto de tableros a partir de partículas de residuo vegetales. Este aprovechamiento de las materias primas no sólo contribuye a disminuir el impacto que se causa a los recursos finitos del planeta, sino que demuestra la viabilidad del uso de los desechos del proceso productivo, permitiendo como lo afirma Martínez-López “et. Al” (2017) para el caso del aserrín y plásticos, la reconversión en tableros de madera plástica con propiedades ignífugas de gran utilidad para la construcción, dada su resistencia al intemperismo y al fuego.

De igual forma, Martínez, Paes y Martínez, (2018) afirma que los residuos de madera y termoplásticos pueden ser usados para producir nuevos productos forestales con mejores propiedades y mayor valor agregado. Para el logro del objeto de investigación, utilizó

aserrín de diferentes especies forestales, termoplásticos reciclados, aditivos químicos y tetrabrik en la elaboración de tableros de madera plástica obteniendo un producto con excelentes propiedades ignífugas para el mercado.

En lo que respecta al aprovechamiento de los residuos sólidos como estrategia de Economía Circular para la fabricación de paneles en la ciudad de Villavicencio, en el Meta, Colombia Agudelo, Riveros y Contreras (2016) a través de la mezcla homogénea entre el aserrín y los polímeros, obtuvo paneles que transforman con innovación y creatividad la historia de la construcción en su región. De igual forma Mancilla, Leal y Tasana (2018) elaboraron paneles con base en aserrín, polímeros y una resina sintética con excelentes resultados físico-mecánicos, con propiedades positivas para el sector de la construcción, por las propiedades de resistencia del producto, aportando a reducir el impacto en el medio ambiente.

En este orden de ideas, Tinoco (2018) utiliza el residuo agrícola de la caña de azúcar como material alternativo para la elaboración de paneles prefabricados ecológicos de yeso, obteniendo un producto más liviano que las láminas que se encuentran en el mercado y con un costo de fabricación menor al valor establecido en el sector, adicionalmente aprovechando el bagazo de la caña de azúcar como materia prima para la obtención del producto.

Todo lo anterior conlleva a plantearse el siguiente interrogante:

¿Cuáles son los avances tecnológicos para el aprovechamiento de residuos sólidos en la fabricación paneles, laminas y/o tableros como estrategia de Economía Circular?

Para dar respuesta a este planteamiento se estructura el documento, a partir de la introducción donde se realiza la contextualización de la Economía Circular como estrategia para el aprovechamiento de los residuos sólidos y los avances tecnológicos en la fabricación de paneles, tableros y láminas, fundamentado teóricamente mediante un recorrido por la experiencia en los países de Asia y la Unión Europea y pasando al análisis en América Latina, evidenciando el reto que asumen los gobiernos de estos países frente a la implementación de modelos de negocio sostenibles en sus economías. Se continúa con la metodología, en la cual se indica el método para la recolección de la información en varias bases de datos permitiendo el insumo para presentar los resultados de la revisión documental de los avances tecnológicos para el aprovechamiento de los residuos sólidos para la fabricación de tableros y paneles como estrategia de economía circular y con base en los resultados se presentan las conclusiones del estudio de revisión que permite identificar tendencias y caminos comunes en el marco de la estrategia de Economía Circular y su impacto positivo desde lo social, lo económico y lo ambiental.

METODOLOGÍA

La metodología usada para la elaboración de este documento fue la revisión documental de las referencias bibliográfica de países de Latinoamérica como México, Colombia, Perú, El Salvador y Argentina en la temática de estrategia de economía circular para identificar los avances tecnológicos en el aprovechamiento de residuos sólidos para la fabricación de paneles, láminas y tableros. La revisión documental se llevó a cabo en el periodo comprendido de enero de 2000 hasta abril de 2020, seleccionando los artículos indexados y documentos académicos de las bases de datos como DOAJ, DIALNET, ISI y SCOPUS,

utilizando en la búsqueda los siguientes descriptores: estrategia de economía circular, aprovechamiento de residuos sólidos, avances tecnológicos y fabricación de paneles, láminas y tableros.

Para la selección se utilizó la categoría tecnología con el fin de identificar los avances tecnológicos en el aprovechamiento de los residuos sólidos para la fabricación de paneles, laminas y tableros, y la categoría, empresa y economía para especificas las estrategias de economía circular., seleccionando un total 74 artículos y documentos académicos que cumplen con el objeto de estudio, además, de las coincidencias en tecnología, el ciclo de vida extendido y residuo = materia prima de las estrategias de Economía Circular de América Latina, en el caso de Colombia e internacionales, como la de Finlandia, Londres, España, Seúl y Japón.

RESULTADOS

En la revisión documental utilizando los descriptores de estrategia de economía circular, aprovechamiento de residuos sólidos, avances tecnológicos y fabricación de paneles, láminas y tableros se obtuvieron para el periodo comprendido de enero de 2000 hasta abril de 2020, un total de 1110 documentos los cuales se clasificaron como se describe a continuación:

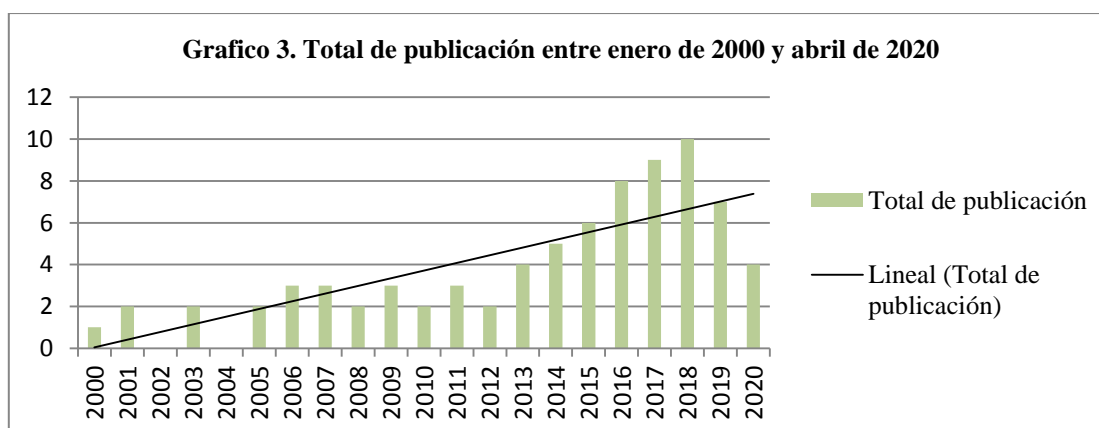
Tabla 11. Descriptores de búsqueda y clasificación de documentos.

Descriptores	Total	Clasificación documentos				
		Tesis	Artículo de revista	Artículo de libro	libro	Total
Estrategia de economía circular	148					
Aprovechamiento de residuos solidos	430	79	62	6	1	148
Fabricación de paneles, laminas y tableros	532	236	177	6	11	430
Total	1110	335	157	26	14	532

Fuente. Elaboración propia

De los 1110 documentos encontrados, al categorizarlos por tecnología – economía y empresa con base en los criterios de los investigadores para el logro del objetivo de estudio, que permitiera la identificación de los avances tecnológicos en la fabricación de paneles, laminas y tableros como estrategia de economía circular utilizadas en el sector mueble o de madera del periodo comprendido de enero de 2000 hasta abril de 2020 se seleccionaron un total de 78 documentos que se detallan a continuación:

Gráfico 3. Publicaciones entre enero de 2000 y abril de 2020



Fuente: Elaboración propia

De los 78 documentos, 54 corresponden a tesis pregrado y posgrados de maestrías y doctorados y 24 a artículos de revistas, en los cuales se observa una tendencia lineal

ascendente desde el 2005, resultado producto de la creación de incentivos, estímulos e iniciativas estratégicas en América Latina y el Caribe, la promulgación de iniciativas como la de Argentina, con la estrategia nacional para la gestión de residuos sólidos urbanos en el 2005, que define la política sectorial para la gestión integral de residuos sólidos, corroborando Graziani (2018) en lo que respecta a la existencia de esfuerzos de estos países para lograr la transición de una producción lineal a una economía circular.

En la gráfica se observa un pico en el año 2018 lo cual se refleja en mayor número de publicaciones y con tendencia creciente para el 2020, en la cual al analizar los documentos se pueden observar los siguientes avances tecnológicos para el aprovechamiento de residuos sólidos en la fabricación de paneles, laminas y tableros como estrategia de economía circular:

- Eco-innovación cómo un factor facilitador en el tránsito de las empresas hacia una Economía Circular.
- Ecodiseño como uno de sus pilares, mostrando la relación intrínseca entre el diseño de un producto y su impacto medioambiental.
- La utilización de residuos sólidos vegetales como materia prima mejoramiento de productos como los tableros, las láminas y los paneles, tal como lo comprobó Alarcón, Parra, & Droguett (2017) y Tinoco (2018) con el rastrojo de cebada más el adhesivo resina de ricino, poseen la capacidad de adquirir una expresión superficial por prensado, ya que la consistencia de las fibras es resistente y el residuo agrícola de la caña de azúcar como material alternativo para la elaboración de paneles prefabricados ecológicos de yeso, obteniendo un producto más liviano que las láminas que se encuentran en el mercado.

- Aprovechamiento de residuos agroindustriales como sustitutos de la madera, oportunidad de mercado identificada por Gamarra y Sjogreen (2018).
- Aprovechamiento de los residuos de madera y termoplásticos para ser usados para producir nuevos productos forestales con mejores propiedades y mayor valor agregado. Avance tecnológico identificado por Martínez, Paes y Martínez, (2018)
- Aprovechamiento de los residuos sólidos a través de la mezcla homogénea entre el aserrín y los polímeros se obtienen paneles, de igual forma con base en aserrín, polímeros y una resina sintética se logra la fabricación de paneles. Avance tecnológico identificado por Mancilla, Leal y Tasana (2018) y Agudelo, Riveros y Contreras (2016).

Al analizar los 78 documentos en la revisión documental, en lo que respecta a las estrategias Economía Circular de América Latina, en el caso de Colombia e internacionales como la de Finlandia, Londres, España, Seúl y Japón, se identifican varias coincidencias que vale la pena resaltar:

- **La tecnología** cómo factor decisivo para suministrar a las empresas la posibilidad de mejorar sus procesos de producción. Sin dejar de lado la aplicabilidad de la tecnología en todo el ciclo, por ejemplo, la distribución de los productos o la gestión de compra de materia prima
- **El ciclo de vida extendido**, entendiendo que un producto puede ser restaurado para venderlo al mismo usuario o a un usuario distinto, o también puede convertirse en materia prima para la creación de un producto de diferente uso. Inclusive se advierte cómo puede llegar a cambiar el comportamiento del consumidor, mostrando

ejemplos en países europeos dónde no hay compra de productos si no alquiler de los mismos.

- **Residuo=Materia prima**, los desechos que antes generaban contaminación por su disposición final inadecuada y/o pérdida económica pues representaban un excedente que no se podía usar, ahora se convierte en la materia prima de segunda mano para la empresa

CONCLUSIONES

En tiempos dónde el calentamiento global es una realidad latente y en los que continuamente se hace más palpable la disminución en la capacidad del planeta para atender los cada vez más altos grados de demanda por parte de la humanidad, es indispensable que las economías y de manera más específica las empresas del sector empresarial que demandan materiales para la elaboración de sus productos tracen una ruta estratégica hacia la adopción de prácticas de Economía Circular.

El sector de muebles de madera tiene una gran responsabilidad frente al uso eficaz de la materia prima, los elementos cómo agua y energía, así como la reutilización de bienes terminados que puedan ampliar cada vez más su ciclo de vida, mediante su mutación hacia un producto nuevo. Se mostró ampliamente cómo la tecnología es clave al brindar las herramientas necesarias para que la cadena de valor de los productos pueda ser adaptada bajo un modelo de negocio de Economía Circular.

También es protagonista la innovación y su impacto en el diseño de productos, ya que una cultura de eco-innovación propicia el desarrollo de sistemas, procesos, productos, etcétera

bajo un concepto de sustentabilidad y un interés genuino en disminuir el impacto negativo en el medio ambiente.

No menos importante es el debate que se abre cuando se conjugan distintos conceptos alineados con el uso racional, eficaz y eficiente de los recursos en un contexto de capitalismo. Se propone entonces la utilización en cascada, la bioeconomía, la eco-innovación, cómo otras corrientes que apuntan hacia el insumo o materia prima. Sin embargo, se plantea igualmente la importancia de considerar aspectos sociales, que aborden holísticamente el desafío de una economía bajo un modelo enmarcado en el cuidado del medio ambiente.

Un factor clave para facilitar el tránsito de las empresas de un país hacia la Economía Circular, es el conjunto de políticas establecidas por el Gobierno, que muestren un camino claro hacia el objetivo y apoyen al 100% el esfuerzo de las empresas en su proceso de adaptación. Se identificó la experiencia de la Unión Europea, referente en esta materia y se contrasta con la experiencia latinoamericana, que tal vez con menos fuerza, viene desarrollando iniciativas compartiendo este propósito en común.

Como se puede apreciar, a partir de la búsqueda y análisis de fuentes, se da respuesta al interrogante planteado de cuáles son los avances tecnológicos para el aprovechamiento de residuos sólidos en la fabricación de paneles, láminas y/o tableros como estrategia de Economía Circular, brindando un impacto positivo al medio ambiente y logrando la reconversión de desechos o residuos sólidos en la materia prima para la obtención de un producto mejorado o nuevos productos beneficiando al productor con unos costos más bajos de fabricación y brindando alternativas de reutilización y minimizando la pérdida de

desechos. De igual forma, se identificaron las distintas estrategias de los países para lograr una articulación con la cadena de valor del sector productivo con miras a lograr un crecimiento económico sostenible y brindando herramientas y mecanismos para la transición hacia la Economía Circular.

REFERENCIAS

Agudelo, J., Riveros, J. y Contreras, Y. (2016). Elaboración de paneles a base de aserrín y polímeros en la ciudad de Villavicencio – Meta (Tesis de pregrado). Universidad Cooperativa de Colombia, Villavicencio. Recuperado de <http://repository.ucc.edu.co/handle/ucc/12689>

Alarcón, J., Parra, X., & Droguett, C. (2017). Tableros en base a residuos de cebada de la industria agroalimentaria y adhesivos naturales: experiencia de una calidad percibida. *Interciencia*, 42(6), pp364-369.[fecha de Consulta 9 de Mayo de 2020]. ISSN: 0378-1844. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=339/33951621005>

Arroyo, F. (2018) The Circular Economy as a Sustainable Development Factor of the Productive Sector. *INNOVA Research Journal 2018*, 2(12), pp 78-98.

La asociación patronal de carpintería de Gipuzkoa (s.f) Promoviendo la Economía Circular en el sector de la madera, carpintería y mueble. Recuperado <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:vqERc55zOssJ:https://www.arotzgi.net/archivos/adjuntos/1561015256.pdf+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=co>

- Comisión Europea. (s.f.) Estrategia, Europa 2020 para un crecimiento inteligente, sostenible e integrador. Recuperado https://eapn.es/ARCHIVO/documentos/documentos/478_Europa2020_100303.pdf
- Duran, G. (2019) Progresando hacia un modelo de Economía Circular. España 2018. Un balance, págs. 211-215.
- D'Amato, D., Droste, N., Allen, B., Kettunen, M., Lähtinen, K., Korhonen, J., Leskinen, P., Matthies, B.D., Toppinen, A. (Septiembre 9, 2017) Green, Circular, Bio economy: A Comparative analysis of sustainability avenues. *Journal of Cleaner Production*, 168, págs. 716-734.
- Estrategia Gallega de Economía Circular (s.f) Recuperado de https://ficheiros-web.xunta.gal/transparencia/informacion-publica/EGEC_cas.pdf
- Fernandez, M. Julio (2017) Análisis y evaluación de tableros de partículas de residuos vegetales. [Tesis de doctoral]. Universidad Miguel Hernández.
- Fundación COTEC. (2019) Informe cotec de Economía Circular 2019. Recuperado <https://cotec.es/media/informe-cotec-economia-circular-2019.pdf>
- Gamarra, D & Sjogreen, N. (2018). Potencial exportador de Colombia de tableros aglomerados a partir de residuos agroindustriales a Estado Unidos. [Tesis de pregrado]. Universidad San Buenaventura – Seccional Cartagena.
- Gobierno de la Republica de Colombia. (2019). Estrategia nacional de Economía Circular. Cierre de ciclos de materiales, innovación tecnológica, colaboración y nuevos modelos de negocio. Bogotá D.C., Colombia. Presidencia de la República; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Ministerio de Comercio, Industria y Turismo.

- Graziani, P. (2018). Economía Circular e innovación tecnológica en residuos sólidos: Oportunidades en América Latina. *BANCO DE DESARROLLO DE AMERICA LATINA*.
- Ilie, M., Ilie, C., & Marin, R. (2019). Management Strategies in Circular Economy. *Ovidius University Annals, Series Economic Sciences*, 19(2), 944–949.
- Leading the cycle. Finnish road map to a circular economy 2016-2025. (2016). Recuperado de [<https://circulareconomy.europa.eu/platform/>]
- London's circular economy road map. (2017, Junio). Recuperado de [<https://circulareconomy.europa.eu/platform/>]
- Mair, C. & Stern, T. (Agosto 30, 2017). Cascading Utilization of Wood: A matter of Circular Economy?. *Curr Forestry Rep* 3, p. 281-295.
- Mancilla, B., Leal, Z., y Tasana, D. (2018). Elaboración de paneles a base de residuos de madera y polímeros en la ciudad de Villavicencio - Meta. [*Tesis de pregrado*]. Universidad Cooperativa de Colombia – Villavicencio.
- Martínez, L., Henríquez, A., Freire, N. & Rodríguez, R. (2019) Economía Circular y políticas públicas: Estado del arte y desafíos para la construcción de un marco político de promoción de Economía Circular en América Latina. Centro de Innovación y Economía Circular & Konrad-Adenauer-Stiftung e.V.1
- Martínez, Y., Paes, J., & Martínez, E. (2018). Propiedades ignífugas de tableros de madera plástica producidos con diferentes especies forestales y termoplásticos reciclados. *Madera y bosques*, 24(2), e2421495. Epub 20 de junio de 2018. <https://dx.doi.org/10.21829/myb.2018.2421495>
- Martínez-López, Y., García-Gonzalez, M., Fernández-Concepción, R., Álvarez-Lazo, D., & Martínez-Rodríguez, E. (2017). Transformation process of raw material for wood

plastic boards. *Ingeniería Industrial*, 38(3), 235-246. Recuperado en 09 de mayo de 2020, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59362017000300002&lng=es&tlng=en.

Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, y Ministerio de Economía, Industria y Competitividad. España (2018). España circular 2030, ESTRATEGIA ESPAÑOLA DE ECONOMÍA CIRCULAR. Documento Borrador de Estrategia Española de Economía Circular 2030.

Moscoso, K., Rojas, C, & Beraún, M. (2019). The circular economy: quality management model in Peru. *PURIQ*, 1(02). <https://doi.org/10.37073/puriq.1.02.48>

Presidente Duque lanzó Estrategia Nacional de Economía Circular, primera política ambiental de este tipo en América Latina. (14 de Junio de 2019). Recuperado de <https://id.presidencia.gov.co/Paginas/prensa/2019/190614-Presidente-Duque-Estrategia-Nacional-Economia-Circular-primera-politica-ambiental-de-este-tipo-en-America-Latina.aspx>

Stewart, R., & Niero, M. (2018). Circular economy in corporate sustainability strategies: A review of corporate sustainability reports in the fast-moving consumer goods sector. *Business Strategy & the Environment (John Wiley & Sons, Inc)*, 27(7), 1005–1022. Disponible en: <https://bd.usergioarboleda.edu.co:2289/10.1002/bse.2048>

Tinoco, G. (2018). Uso del residuo agrícola de la caña de azúcar como material alternativo para la elaboración de paneles prefabricados ecológicos de yeso – Lima 2018. [Tesis de pregrado]. Universidad Cesar Vallejo. Lima. Perú.

Vence, X., Pereira, A. (Noviembre 9, 2018) Eco-Innovation and Circular Business Models as drivers for a circular economy. *Contaduría y Administración* 64 (1) Especial Innovación 2019, 1-19.

