

The background features a circular flow diagram with three large green arrows forming a clockwise cycle. Various icons are placed along the path: a red square with a white dollar sign and coins, a green square with a white house, a green square with a white tree, and an orange square with a white microwave. The title 'Economía circular' is written in large, bold, blue letters, with 'Economía' on the top line and 'circular' on the bottom line. To the left of 'circular', the subtitle 'Del objeto desechable a la producción sustentable' is written in smaller, bold, green letters.

Economía circular

**Del objeto
desechable a
la producción
sustentable**

Por Guillermo Cárdenas Guzmán

Sustituir el proceso lineal de extracción, uso y desecho de recursos por otro que preserve la riqueza material y natural es la apuesta de este innovador modelo económico que ya empieza a dar frutos.



La contaminación se genera por los recursos que no aprovechamos, “permitimos que se dispersen porque hemos sido ignorantes de su valor”, aseguró el arquitecto, inventor y diseñador de origen australiano Richard Buckminster Fuller en una entrevista que concedió a la revista *Life* en 1971.

Más de cuatro décadas después, numerosas empresas e instituciones en el mundo están llevando a la práctica estas ideas mediante un modelo que busca minimizar los desechos y cerrar los ciclos productivos para establecer sinergias entre ellos. Por ejemplo, en el Reino Unido, la compañía Rolls Royce, que al año procesa 20 000 toneladas de aleaciones con metales raros como renio, hafnio y níquel (véase *¿Cómo ves?* No. 159), ha implementado un programa de reciclaje en 100 de sus plantas manufactureras. Con esto ha disminuido su consumo de energía en más de 300 000 megawatts hora anualmente y también ha dejado de emitir 80 000 toneladas de dióxido de carbono a la atmósfera.

Otra empresa británica, BAM Construct, fabrica edificios a la medida de los usos requeridos por sus clientes con materias primas que pueden reusarse, remanufacturarse o intercambiarse para así preservar su valor y reducir costos energéticos.

En Vancouver, Canadá, Enterra Feed Corporation decidió usar moscas (*Hermetia illucens*) para transformar residuos biológicos de fruta, verduras, pan o granos en una fuente renovable de fertilizantes y nutrientes para el ganado. En las instalaciones de la empresa, un ejército de seis millones de estos insectos provee los huevos que, al continuar su desarrollo en estado larvario en condiciones controladas, pueden devorar hasta 100 toneladas de desechos al día.

Por su parte la empresa Aero-farms en Nueva Jersey cultiva cada año cuatro millones de toneladas de hojas para hacer jardines verticales intramuros. Esta tendencia que promete revolucionar nuestros patrones de producción y consumo, está ganando terreno.

EL LEGADO DE RICHARD FULLER

Richard Buckminster Fuller, inventor de la cúpula geodésica, es también uno de los primeros impulsores de estrategias de remediación ambiental que hoy retoma la economía circular. En 2012 estableció la Alianza Global sobre Salud y Contaminación para afrontar los crecientes problemas de la contaminación en países en vías de desarrollo. Su labor como promotor de alternativas sustentables es quizá tan conocida como los famosos fulerenos (véase *¿Cómo ves?* No. 15), átomos de carbón en forma de balón de fútbol cuyo descubrimiento les valió el Premio Nobel de Química 1996 a los investigadores Harold Kroto, Robert Curl y Richard Smalley, que los nombraron así en honor de Richard Fuller.



Enterra Feed Corporation utiliza larvas de moscas *Hermetia illucens* para devorar hasta 100 toneladas de desechos biológicos cada día.

CÍRCULO VIRTUOSO

La economía circular busca sustituir el modelo actual, de producción lineal, que genera grandes volúmenes de desechos, por otro cíclico apoyado en el empleo de materias primas recuperadas o recicladas y el aprovechamiento de fuentes de energía renovables.

ECONOMÍA LINEAL



ECONOMÍA CIRCULAR



Consumo insostenible

Dentro de las modernas economías capitalistas, cualquier escaparate físico o virtual exhibe las trazas indelebles de la sociedad de consumo, guiada por una línea continua que va de la extracción de materias primas a su transformación y desecho.

Teléfonos celulares, tabletas, reproductores y otros artefactos que en pocos meses se vuelven obsoletos; autos “último modelo” que se deprecian velozmente; ropa de temporada que debe renovarse periódicamente; enseres domésticos que se descomponen con facilidad; envoltorios, empaques y platos de unícel que se

acumulan en el basurero tras ser usados sólo una vez...

Este crecimiento en el volumen y variedad de artículos en los mercados —catapultado por la llamada “tercera revolución industrial”, basada en la robótica y las tecnologías de cómputo e información— tiene desde luego, aspectos benéficos, pues estimula el crecimiento de la economía y genera empleos. Sin embargo, el esquema lineal en que está basado —el cual lleva más de dos siglos operando— acelera el deterioro del medio ambiente y genera residuos que en su mayoría no son reciclados. Esta situación será insostenible en el largo plazo, dado que los recursos naturales no son infinitos y la población mundial continúa creciendo. El Foro Económico Mundial estima que hacia el año 2030 se sumarán al mercado global 3000 millones de consumidores de clase media que incrementarán la demanda de bienes y servicios.

Ante ello, organizaciones en todo el mundo bajo el liderazgo de países como Reino Unido, Alemania, Suecia y Finlandia están explorando las posibilidades de un innovador paradigma económico que, inspirado en los ciclos vitales de la naturaleza, busca optimizar el proceso productivo y minimizar los desechos: se trata de la llamada economía verde o circular.

Montañas de plástico

Algunos de los aspectos más desventajosos del modelo lineal pueden apreciarse en la producción de plásticos. A diferencia de otros materiales de alta demanda como el cemento o el acero, que tienen una larga vida útil en la industria de la construcción, aquellos se desechan con rapidez.

Desde la década de los años 50 se han producido en el mundo más de 8000 millones de toneladas de estos materiales sintéticos, un volumen con el que podría cubrirse la superficie de Argentina, de acuerdo con una investigación de Roland Geyer, de la Universidad de California en Santa Barbara (UCSB). Tras analizar datos de fuentes industriales, Geyer y su equipo encontraron que la producción global de resinas y fibras pasó de dos a 400 millones de toneladas de 1950 a 2015, lo que supera el monto de cualquier otro material hecho por el hombre.

Asimismo, descubrieron que hasta 2015 los humanos habíamos generado unos 6 300 millones de toneladas de desechos plásticos. De ese total, sólo 9 % fue reciclado, 12 % incinerado y el restante acumulado en los tiraderos o en el medio ambiente.

Los científicos de la UCSB advirtieron que si continúa esta tendencia, hacia el 2050 se habrán acumulado unos 12 000 millones de toneladas de desechos plásticos. Algo similar sucede con la industria electrónica: producimos unos 40 millones de toneladas de este tipo de basura cada año: el equivalente a tirar 800 *laptops* cada segundo.

Pero hay alternativas: si la industria diseña teléfonos celulares con componentes fácilmente reciclables, el costo de manufactura de estos aparatos —que en promedio renovamos cada 18 meses— se reduciría a la mitad, según estimaciones del Foro Económico Mundial. Es claro que necesitamos un cambio de modelo en los procesos productivos. ¿Será posible? Esa es la apuesta de la economía circular.

Cambio de modelo

La fundación Ellen MacArthur, que agrupa a 100 compañías pioneras en la aplicación de la economía circular, la define como un sistema regenerativo y restaurador que busca mantener en su nivel más alto de valor los productos, componentes y materiales, mediante el aprovechamiento eficaz de los recursos y la preservación del capital natural.

Como su nombre lo indica, con este modelo se pretende cambiar la linealidad por la circularidad en los procesos productivos, para cerrar los ciclos y procurar la reutilización, recuperación y reciclaje de materias primas, con especial énfasis en el uso de fuentes renovables de energía y el alquiler de bienes en vez de su compra, cuando ello sea posible.

“La economía circular no equivale tan sólo a reciclar o reusar, sino que supone un cambio de paradigma que busca innovar los modelos de negocio tradicionales”, explican los profesores Elizabeth Griselda Toriz García y Jesús Diego Pérez Hurtado, del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores Monterrey (ITESM), campus Estado de México.

Los académicos del ITESM, quienes desarrollaron un modelo matemático basado en la dinámica de sistemas para instrumentar la economía circular en la producción de lámparas fluorescentes compactas en México, aclaran que se trata de una forma renovada de generar riqueza con beneficios conjuntos: a las personas, las empresas y el medio ambiente. Añaden que “esto implica fabricar nuevos materiales, introducir nuevos procesos de producción y nuevas formas de usar los productos, así como constituir nuevas empresas que resuelvan nuevas necesidades”.

¿Cómo se materializan esos supuestos? Algunos ejemplos son la producción de biomateriales biodegradables que no afecten los ecosistemas o la captura y aprovechamiento —con novedosas tecnologías— de metano y dióxido de carbono, gases residuales cuya acumulación en la atmósfera es la causa del cambio climático que ya estamos viviendo.

David W. Pearce, considerado como el edificador de la economía ambiental, fue quien en un libro de 1990 titulado *Economía de los recursos naturales y el ambiente*, propuso que en términos ideales los flujos de materias primas deberían contemplar la reutilización y el reciclaje para ahorrar costos e impactos negativos al entorno.

“Entonces era una cuestión más académica; ahora se está abordando más desde el punto de vista de políticas públicas a nivel internacional, sobre todo en países de Europa”, comenta Alonso Aguilar Ibarra, investigador del Instituto de Investigaciones Económicas de la UNAM.

A diferentes escalas

En un reporte titulado *Hacia una economía circular: acelerando el escalamiento a través de las cadenas de abasto global*, el Foro Económico Mundial advierte que



A LA VANGUARDIA

Países como Finlandia, Dinamarca, Alemania, Noruega y Suecia son los más adelantados en la puesta en práctica de planteamientos de economía circular. En ellos participan tanto compañías multinacionales como regionales o locales.

Algunas de las compañías más conocidas son las 100 que integran a la Ellen MacArthur Foundation (entre ellas Danone, Apple, Philips, Cisco, HP, E-bay).

Fuera de Europa también existen notables esfuerzos como el del arquitecto estadounidense William McDonough, cuya firma ha colaborado con empresas como Volvo y Nike para implantar modelos de desarrollo sustentable.

GENERACIÓN DE DESECHOS



A NIVEL GLOBAL

1 300 millones

de toneladas de basura genera la humanidad cada año.

1.2 kg

de desechos genera cada persona al día en promedio en el mundo.

99%

de los artículos que compramos se desechan a los 6 meses.

65%

de los desechos se reciclan en Alemania, país campeón del reciclaje.



EN MÉXICO

103 000 toneladas

de residuos sólidos se generan aproximadamente al año.

0.852 kg

de residuos en promedio genera por día cada habitante.

34%

de los desechos son papel y cartón.

10%

de todos los desechos se recicla.

Fuentes: Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos 2012, Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales e Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático; Banco Mundial.

si no replanteamos el modelo lineal de producción, ciertos insumos valiosos para la industria como oro, plata, iridio y tungsteno podrían agotarse en un plazo máximo de 50 años. De continuar por la misma vía, dice el documento, seguirán surgiendo turbulencias en los mercados por la volatilidad y el alza en los precios de materias primas.

En cambio, si se adopta el modelo circular el ahorro en los costos de materiales ascendería a algo así como un billón de dólares. Aunado a ello, se generarían nuevos empleos en la industria del reciclaje. Sólo en la Unión Europea el número de personas actualmente ocupadas en esta actividad ronda las 500 000.

Finlandia, país que organizó el primer Foro Mundial de Economía Circular en 2017 ya trazó una hoja de ruta encaminada hacia tales metas. Ésta incluye entre otras medidas el rediseño

de oficinas públicas para hacerlas ecológicas, empleo de biogás como combustible para autos y aprovechamiento del calor de los procesos industriales.

Alonso Aguilar aclara que la aplicación y evaluación de resultados del modelo circular no pueden hacerse en forma genérica, sino tomando en cuenta las diferentes escalas de funcionamiento de las economías: desde la organización de las empresas, pasando por los conglomerados industriales, hasta los niveles nacional, regional y global. "A nivel de empresa es donde ahora está más desarrollada la economía circular, porque la dificultad de aplicarla crece a medida que aumenta la escala organizacional y espacial", explica el especialista en economía y gestión ambiental.

Algunos ejemplos exitosos incluidos en el reporte de conclusiones del foro en Finlandia son las compañías Stora Enso (dedicada a reciclar fibra de madera con la cual se fabrican desde empaques hasta biocombustibles), así como Neste, que abandonó la refinación de petróleo para enfocarse al biodiesel (hoy es la mayor



Ciertos insumos valiosos para la industria, como el oro, podrían agotarse en 50 años.

productora de este combustible en el mundo).

En el siguiente nivel de la escala, Alonso Aguilar cita como ejemplo exitoso el complejo eco-industrial de Kalundborg en Dinamarca, donde se ha desarrollado una cadena productiva en la que compañías de diversos giros (farmacéutico, energético, materiales) comparten no sólo espacios, sino insumos como gas, vapor y agua de enfriamiento para reducir sus costos e impacto ambiental. Es una simbiosis perfecta donde los desechos de unas son aprovechados por otras. Por ejemplo, el gas que genera la refinería Statoil es utilizado por una planta generadora de energía, con lo cual se evita la emisión de 30 000 toneladas de dióxido de carbono anualmente.

La cuadratura del círculo

Sin embargo, otros expertos no comparten el optimismo de los defensores de la economía circular y alegan que las cifras de este modelo “no cuadran”. Es el caso del investigador Willi Haas, del Instituto de Ecología Social de la Universidad Alpen Adria en Austria, quien examinó datos globales (de 2005) sobre el flujo, desecho y reciclaje de materiales.

En el análisis, publicado en el *Journal of Industrial Ecology*, Haas y sus colaboradores estimaron que a nivel mundial sólo se reciclan 4000 toneladas de materiales desechados, una cantidad muy baja comparada con las 62000 toneladas que son procesadas para obtener unas 42000 toneladas de productos finales.

Una de las principales razones de este “bajo grado de circularidad”, como lo denomina Haas, es que globalmente el 44 % de los materiales se usan como energéticos (caso del petróleo o el gas), es decir, se queman y por tanto no pueden reciclarse.

Otros críticos del modelo señalan que una economía de reuso y reciclaje puede funcionar bien a nivel doméstico, pero a escala mayor y controlada por grandes corporaciones multinacionales podría llevar a éstas a aumentar su poderío.

El presidente del sector verde de la Cámara Nacional de la Industria de Transformación (Canacintra), Javier Calderón Domínguez, reconoce que en el pizarrón el modelo circular

sueno lógico y atractivo, pero en el ámbito operativo-industrial es un reto aplicarlo, pues los empresarios constantemente preguntan si esto les generará más gastos o los hará perder competitividad.

El también presidente de la rama de recicladores de la Canacintra dice que es necesario actuar en distintos frentes para extender los esquemas de la economía circular, pues en México, por ejemplo, sólo se recicla el 10 % del acero que se produce. Para ello, afirma, deben promoverse cambios no sólo en la infraestructura productiva, sino también en las prácticas sociales y en la normatividad para fomentar el cuidado del medio ambiente.

Los empresarios en México, considera Calderón Domínguez, deben apostarle al desarrollo local de tecnologías para generar energías “limpias” como los paneles solares o las turbinas eólicas, que actualmente se adquieren de otros países.

El Foro Económico Mundial reconoce que los costos del cambio son tan altos que ninguna organización puede cubrirlos; por ello es necesario integrar los esfuerzos de los sectores productivo, gobierno, academia y sociedad.

Elizabeth Toriz y Jesús Diego Pérez comparten esta visión y reconocen que, como la economía circular está en sus primeros años de desarrollo en la práctica, aún no existe un modelo unificado, sino varios que deben seguirse probando y afinando: “se trata de un sistema, de un todo, de modo que si bien algunos esfuerzos independientes han podido prosperar, la plenitud de la economía circular debería alcanzarse cuando todo el sistema de extracción-producción-consumo opere bajo este nuevo paradigma”.

Pero quizá el mayor cambio debe provenir de nuestra actitud individual, pues solemos dar gran valor a la exclusividad de las cosas que no han sido usadas. Como escribe Rob Hood en un artículo publicado en *Nature* en 2016, tenemos que hacer que los objetos reciclados sean codiciables. 🐼



MÁS INFORMACIÓN



- Fundación Ellen MacArthur, “¿Qué es la economía circular?": www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy
- Elizabeth Griselda Toriz García y Jesús Diego Pérez Hurtado, “Modelo de economía circular para la producción y consumo sostenibles en México”, *Revista digital de la Asociación Nacional de Facultades y Escuelas de Ingeniería*: www.anfei.org.mx/revista/index.php/revista/article/view/357

Guillermo Cárdenas Guzmán es periodista especializado en temas de ciencia, tecnología y salud. Ha laborado en diversos medios de comunicación electrónicos e impresos, como los diarios *Reforma* y *El Universal*. Actualmente es reportero y editor de contenidos de ¿Cómo ves?