

La Economía Circular, una propuesta para la construcción del Desarrollo Sostenible.

Edgar Roberto Sandoval García
Tecnológico de Estudios Superiores de Cuautitlán Izcalli, México.

Resumen

A lo largo de su historia la humanidad ha explotado los recursos naturales considerándolos como infinitos. Esto ha provocado que, en diversos sentidos, el hombre haya sobrepasado los límites planetarios, provocando un futuro incierto para las próximas generaciones. Una propuesta que intenta revertir el comportamiento tendencial es la Economía Circular, la cual se basa en la eficiencia en el uso de recursos reutilizando al máximo los materiales y cerrando, en la medida de lo posible, los ciclos de vida de los productos.

Palabras clave: desarrollo sostenible, economía circular, recursos finitos, protección medioambiental.

La Economía Circular, un nuevo modelo de configuración industrial

A través de la historia la humanidad ha seguido diferentes trayectorias de desarrollo y progreso con el factor común de utilizar un modelo económico lineal de producción y consumo – extraer, fabricar, usar y disponer – además de seguir un modelo de organización industrial basado en sistemas productivos abiertos, dependientes de la disponibilidad de grandes cantidades de materiales y energía a bajo costo.

En la actualidad dada la volatilidad de los precios, el riesgo en las cadenas de suministro, la degradación ambiental y los efectos de carácter global como el cambio climático han propiciado que dicho esquema de crecimiento económico resulte insostenible bajo un previsible incremento en la demanda de recursos de diversa índole, dado el incremento de la población mundial a corto y mediano plazo, por lo cual resulta indispensable, por el bien de las futuras generaciones, reconsiderar la forma en que estamos utilizando los recursos naturales y la energía.

Ante tal situación diversos países -como Japón, Alemania, Francia, Reino Unido, entre otros- han reconocido, desde hace un par de décadas, la importancia del uso eficiente de los recursos y la seguridad en el abasto, como factores críticos para garantizar un nivel adecuado de competitividad económica y de resiliencia a largo plazo.

Derivado de lo anterior, se ha gestado un nuevo modelo de organización industrial llamado Economía Circular¹ (EC), el cual propone desvincular la demanda de prosperidad del consumo creciente de recursos. La idea central de la EC es que los

¹ El tema de la EC tiene sus orígenes en la propuesta de la ecología industrial desarrollada durante la década de 1970, la cual involucra la eficiencia de los ciclos de vida de los materiales en el medioambiente.

sistemas productivos abiertos se reemplacen por sistemas que reutilicen al máximo los recursos y conserven la energía, lo cual requeriría un cambio de paradigma en el modo en que los bienes son fabricados, superponiendo la sostenibilidad y los sistemas productivos de ciclo-cerrado (*close-loop*), como la parte medular de los modelos de negocio y organización industrial.

A nivel mundial se estima que la EC permitiría industrializar aquellas naciones en desarrollo y crear nuevas rutas para garantizar el bienestar de las naciones desarrolladas al reducir su vulnerabilidad al abasto de recursos. Además de lo anterior, el transitar a un modelo de EC disminuiría notablemente la sobreexplotación de los recursos naturales y al mismo tiempo promovería vías alternas de crecimiento económico tomando en cuenta los límites planetarios².

Algunas estrategias propuestas para lograr el modelo de EC a nivel mundial son:

- A) Estrategia Europea 2020, para una comunidad de consumo eficiente de recursos, así como la introducción de una iniciativa para la seguridad de recursos naturales.
- B) Alemania, programa nacional en el uso eficiente de recursos bajo la Ley relativa a la EC de 1996, para reducir los residuos sólidos, disminuir los tiraderos al aire libre y fomentar el reciclaje de materiales.
- C) Holanda, centro de concentración (*hub*) para lograr un alto nivel de reciclaje de productos y materiales.
- D) Japón, desde el 2000 promueve políticas públicas dirigidas a la gestión de los desechos sólidos, terrenos limitados para la disposición de residuos, rediseño de industrias locales contaminantes.
- E) Reino Unido, a través del organismo Green Alliance, ha generado un estudio detallado para instaurar la EC, considerando instrumentos económicos, seguridad en los recursos materiales, estándares de diseño y manufactura de productos, y alicientes para la recuperación de metales.
- F) China, durante su 9º plan quinquenal (1996-2000), promueve el desarrollo de una EC como parte de su estrategia de desarrollo sostenible, el cual se ha venido reafirmando en planes posteriores.

Un ejemplo del potencial económico que ofrece el migrar a un modelo de EC, es el estimado por la Fundación Ellen Macarthur para el sector manufacturero de la Comunidad Europea, para el cual se ha calculado un ahorro en el flujo de materiales de aproximadamente 630 mil millones de dólares (48.7 % del PIB de México en 2014) para el año 2025.

² Hoy en día, acorde a la propuesta del Stockholm Resilience Center, el concepto de límites planetarios presenta un conjunto de nueve límites planetarios, algunos de ellos ya rebasados, dentro de la cual la humanidad puede seguir desarrollándose y prosperar para las generaciones venideras. Disponible en <http://www.stockholmresilience.org/research/planetary-boundaries.html>.

Factores clave para incentivar la transición hacia un modelo de Economía Circular

A diferencia del modelo económico tradicional, en el modelo de EC, los ciclos de los materiales son cerrados, lo cual implica que los grandes volúmenes de recursos finitos (metales, minerales, agua, etc.) tengan que ser capturados y reutilizados. Asimismo, los productos derivados de biomasa, deberán ser biodegradados como fertilizantes al final de su vida útil.

Extender dicha lógica al modelo económico actual involucra varios aspectos del comportamiento social, con la inevitable necesidad de leyes, regulaciones, financiamiento y soporte político que permita guiar la implementación de la EC. Respecto al nuevo sistema ingenieril, este requerirá de un rediseño de las estructuras básicas de los sistemas industriales. En términos de energía, el rediseño industrial promovería a la eficiencia energética como principal fuente de energía y la demanda restante tendría que ser cubierta por fuentes renovables de energía.

Existen diversos factores que han sido estudiados y que se podrían considerar como claves para lograr la implementación de la EC, entre estos están: biomimética, logística verde, instrumentos económicos y el rediseño de sistemas industriales, los cuales son analizados a continuación de manera sucinta.

A) Biomimetismo o Biomimética.

Ciencia que estudia los materiales, modelos y soluciones a problemas generados por la naturaleza a lo largo de millones de años con el fin de imitarlos o usarlos como inspiración para generar innovadores diseños, materiales o compuestos, que resuelvan los problemas que enfrenta la humanidad hoy en día, entre ellos la sustentabilidad alimentaria y la inocuidad/calidad de los alimentos producidos en el campo³.

B) Código Abierto (*Open Source*).

Método que crea un sistema en el que las organizaciones o individuos contribuyen de manera autónoma, beneficiándose de un ecosistema compartido, abordando diferentes partes de un problema macro sin perder tiempo en la replicación redundante del trabajo.

En la práctica el código abierto involucra publicar cómo son hechas las cosas, códigos de software, datos de producción o archivos de diseño, de esta manera cualquier persona puede estudiarlos, usarlos, mejorarlos y construir sobre dicha información.

C) Instrumentos Económicos

Requerimiento de innovadoras medidas fiscales tales como impuestos, subsidios (o su remoción), depósito reembolsable, esquemas de negocio (donde el precio sea

³ Descripción de la Biomimética planteada por el Dr. Martín Ramón Aluja Schuneman Hofer, actual director del INECOL y fundador del Clúster Científico y Tecnológico BioMimic en 2015.

fijado, directa o indirectamente, por la legislación en vez del mercado), para influir la demanda de los recursos.

Tales medidas crearían las señales adecuadas para transitar hacia un modelo de EC a través de promover un uso más eficiente de los recursos, mejorar el diseño de productos que impulsen el reúso y el reciclaje, y así, eliminar la sobreexplotación de los recursos.

D) Logística Verde

Bajo la premisa de lograr la satisfacción del cliente y las metas de desarrollo social, la logística verde propone diversas actividades de gestión para interconectar la oferta y la demanda, eliminando obstáculos de espacio y tiempo para lograr eficientes y continuos flujos de bienes y servicios, provocando el menor daño medioambiental y el uso óptimo de los recursos logísticos.

La logística verde pretende ser el eslabón adecuado entre recursos y productos, productos y consumidores. Para lograr lo anterior –bajo un esquema de uso eficiente de materiales, energía y un ciclo cerrado de recursos– es necesario establecer un proceso de reintegración de los flujos de energía, materiales e información a nivel industrial. Esto permitiría establecer un flujo adecuado de reutilización y reciclaje de materiales entre las diferentes industrias, lo cual es una característica esencial hacia la EC y la Industria Ecológica. El diseño y manufactura verde son la premisa para lograr la logística verde y un adecuado nivel de consumo verde.

Hoy en día la logística tradicional únicamente toma en cuenta parte del ciclo del producto –entre los recursos y el consumo– sin tomar en cuenta el impacto medioambiental que las otras actividades provocan, posterior al consumo y disposición del producto.

Para revertir este efecto negativo, la logística deber ser considerada no solo como un subsistema del sistema económico, sino como un puente entre los sistemas económico y ecológico, es decir, convertirse en una logística verde que permita lograr desarrollo económico, logística y el ciclo de acoplamiento.

Algunas de las implementaciones específicas para lograr una logística verde a nivel empresarial son:

- a) Uso de empaques verdes: Tales como cartón, papel, plásticos biodegradables, uso de materiales reciclados y reducción de materiales de empaque.
- b) Transporte verde: Cambio del modo de transporte para reducir la huella de carbono del producto, privilegiando la optimización y la eficiencia. Distribución compartida, conjunto unificado de mercancías y entrega uniforme⁴. Desarrollo de servicios logísticos externos.

⁴ Contrario a la fijación de precios LAB, la empresa cobra el mismo precio más el flete a todos los clientes, sin importar donde este. El cargo por flete es un valor promedio de los costos de envío.

- c) Implementación de almacenamiento verde: Rediseño en la distribución del almacén para reducir la distancia transportada y ahorrar en los costos de transporte.
- d) Logística inversa: Se basa en incentivar la sinergia entre industrias para promover los principios de reciclaje y reuso de los productos dañados y el desperdicio generado, estableciendo sistemas de reciclaje y la formación de sistemas de ciclos logísticos.

Además de lo anterior es importante que, a nivel gubernamental, en un planteamiento arriba-abajo, exista una planeación adecuada para la promoción de Parques Industriales Verdes y Sistemas Logísticos Verdes; asimismo, será vital la promoción de leyes, regulaciones y política pública adecuada para impulsar a nivel empresarial la logística verde, esto a través de instrumentos económicos adecuados.

E) Manufactura Sostenible

Globalmente la manufactura es la máquina generadora de prosperidad para cualquier nación dada su capacidad de generar: fuentes de empleo, bienestar social y avance económico nacional.

El nuevo enfoque de manufactura sostenible ofrece nuevas vías para producir productos de funcionalidad superior utilizando tecnologías sostenibles y métodos de manufactura avanzada, esto solo si el diseño del producto, la producción, el diseño de cadena de suministro, la gestión y la logística, puede ser entendida, desarrollada y gestionada de una manera holística e integrada.

Uno de los principales retos de la manufactura sostenible se deriva de la problemática intrínseca basada en sistemas complejos, ya que para lograrlo se deben considerar los tres niveles de interacción integral de la manufactura: productos, procesos y sistemas. Pero al lograrlo se detonarían las bases para crear valor sostenible y crecimiento económico.

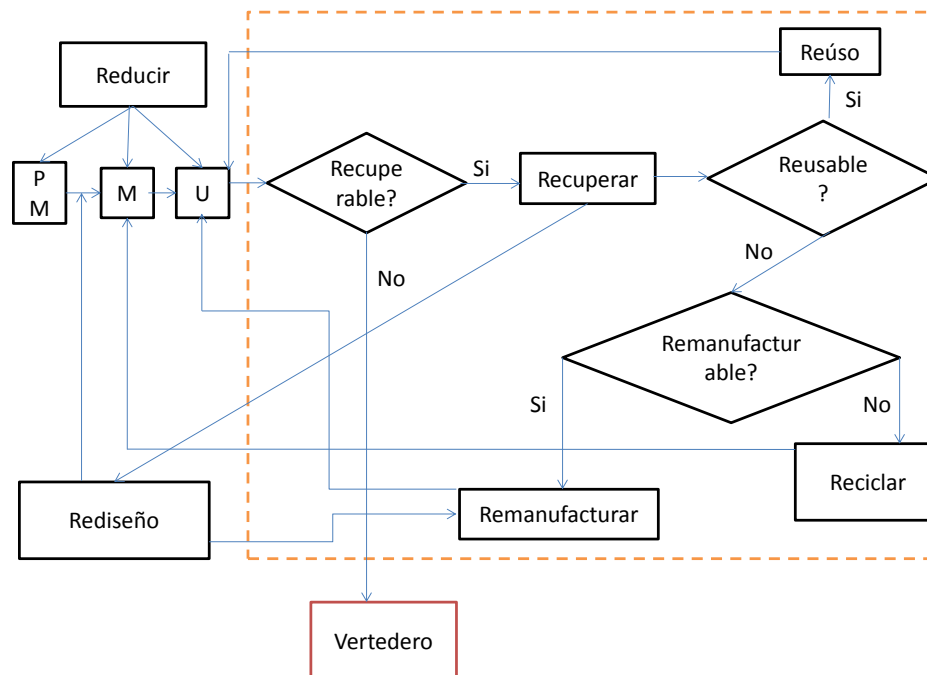
La propuesta innovadora de la manufactura sostenible se fundamenta en la Metodología 6R basada en múltiples sistemas de ciclos de vida de los productos. La metodología 6R comprende:

- i. Reducir: Se enfoca en la reducción de recursos en la pre-manufactura, además de la reducción en el uso de energía, materiales y otros recursos durante la manufactura, así como la reducción de emisiones y desperdicios durante la etapa de uso/consumo.
- ii. Reuso: Se refiere al uso del producto en su totalidad, o sus componentes, después de su primer ciclo de vida, promoviendo nuevos ciclos de vida, evitando así el requerimiento de materiales vírgenes para la producción de nuevos productos y componentes.
- iii. Reciclar: Involucra el proceso de convertir materiales que de otra forma se considerarían como basura en nuevos materiales y productos.

- iv. Recuperar: Proceso de recolección de productos al final de su etapa de uso, y su posterior desmontaje, clasificación y limpieza para su utilización en posteriores ciclos de vida del producto.
- v. Rediseño: actividad que implica diseñar la próxima generación de productos, permitiendo un uso más eficiente de componentes, materiales y recursos recuperados del ciclo de vida anterior o de la anterior generación de productos.
- vi. Remanufactura: Implica el reprocesar productos ya utilizados para su restauración a un estado original o como un nuevo modelo a través de la reutilización de la mayor cantidad de partes como sea posible sin pérdida de funcionalidad.

La secuencia natural de la aplicación de la metodología 6R dentro del ciclo de vida total se muestra en la siguiente figura con diferentes puntos de decisión y múltiples opciones de cierre de ciclo.

Figura 1 Propuesta de aplicación de Metodología 6R en el ciclo de vida del producto



Fuente 1 Technological elements of Circular Economy and the principles of 6R-Based Closed-loop Material flow in Sustainable Manufacturing. Procedia CIRP40 (2016) 103 – 108.

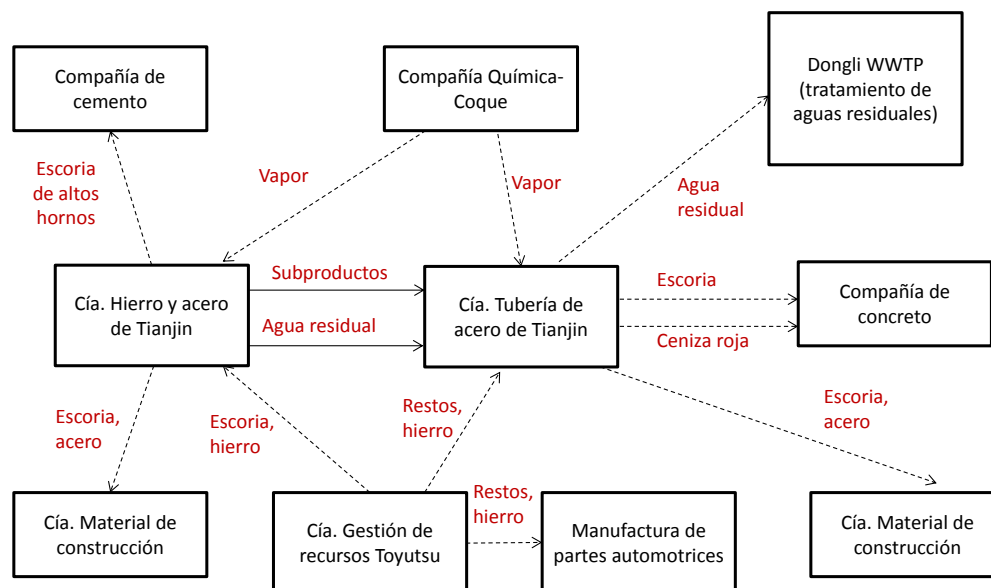
F) Rediseño de Sistemas Industriales

Para alcanzar altos niveles de productividad de los recursos es necesario adoptar tecnologías eficientes, complementándose por cambios estructurales y sistemáticos en los procesos industriales. Para la industria de la transformación parte de la solución es operar bajo el principio de “desperdicio igual a insumos (*waste equals*

food)", en donde el desperdicio de una fábrica/empresa se convierte en los recursos de otra compañía o de los propios usuarios finales.

Lo anterior tendría un alto nivel de factibilidad bajo un plan de reordenamiento industrial basado en la proximidad y simbiosis industrial (ver el caso "Ecosistema Industrial de Tianjin, China" en Figura siguiente), ya que esto produciría efectos positivos en la creación de nuevas firmas y promovería la productividad, la innovación, la rentabilidad y el crecimiento de las empresas ya establecidas.

Figura 2 Ecosistema industrial en Tianjin



Fuente 2 Felix Preston (2016). A global redesign? Shaping the Circular Economy

Bajo la temática de proximidad y simbiosis industrial resulta de suma importancia la creación de parques eco-industriales que impulsen un nuevo diseño organizacional, entre el tipo de empresas a establecerse, lo cual permitiría el intercambio de recursos, subproductos, desperdicios y energía, con el objetivo de promover zonas industriales acorde a los requerimientos del desarrollo sostenible, involucrando en la medida de lo posible a cadenas de suministro globales y redes de zonas industriales.

Un aspecto clave, además de los factores comentados anteriormente, sería medir el avance de implementación de la EC respecto al tiempo para poder definir el grado de control sobre la ejecución y resultados a obtener. Esto sería posible a través de la definición de indicadores tales como: estándares de intensidad energética, metas de intensidad de los recursos (el flujo de los recursos y el total de productos y desperdicios, divididos entre el PIB), entre otros.

Otro factor de importancia para una implementación efectiva de la EC, es el compromiso de la sociedad en general para cambiar los patrones de producción y

consumo con el fin de crear círculos virtuosos en lugar de un comportamiento depredador, aprovechando la interconexión global, las tecnologías de comunicación y los avances en la ciencia de los materiales.

En general, ante un futuro incierto para la humanidad el mensaje conceptual de la Economía Circular aplicado a la definición de rutas de desarrollo sostenible resulta bastante prometedor, ya que promueve la reducción del uso de recursos –a través de un diseño e implementación efectiva de productos y procesos– para mejorar la eficiencia del flujo circular de los materiales, además de que plantea vías alternas de progreso y desarrollo para la sociedad, y estimula la protección y recuperación medioambiental.

Referencias.

- Jawahir, I.S., Bradley, R. Technological Elements of Circular Economy and the Principles of 6R-Based Closed-loop Material Flow in Sustainable Manufacturing [en línea]. *Procedia CIRP* 40(2016), 103-108 [fecha de consulta 22/04/2016]. Disponible en www.sciencedirect.com
- Preston, F. A global redesign? Shaping the Circular Economy [en línea]. *Energy, environment and resource governance*, Marzo 2012. [fecha de consulta 04/04/2016].. Disponible en www.chathamhouse.org.
- Sauvé, S. et al. Environmental sciences, sustainable development and circular economy: Alternative concepts for trans-disciplinary research [en línea]. *Environmental Development* 17(2016), 48-56 [fecha de consulta 22/04/2016]. Disponible en www.elsevier.com/locate/envdev.
- Ying, J., Zhou Li-jun. Study on Green supply chain management based on Circular Economy [en línea]. *Physics Procedia* 25(2012), 1682-1688 [fecha de consulta 18/04/2016]. Disponible en www.sciencedirect.com.
- Zhen, L., Zhang, J. Research on Green logistics system based on Circular Economy [en línea]. *Asian Social Science* Vol. 6, No. 11, Nov. 2010 [fecha de consulta 14/04/2016]. Disponible en www.ccsenet.org/ass.
- Zhou, K. et al. A study on Circular Economy implementation on China [en línea]. IPAG Business School. Working paper series, 2014 [fecha de consulta 15/03/2016]. Disponible en <http://www.ipag.fr/fr/accueil/la-recherche/publications-WP.html>.