



COLEGIO DE INGENIEROS

2025 y 204

ECONOMIA CIRCULAR

Presidentes de Comisión:



Petar Ostojic Salinas, Fundador y Director de CIEC y CEO de Neptuno Pumps y CEO de NDX Technology,



André Henríquez Aravena, Director Investigación e Innovación CIEC,



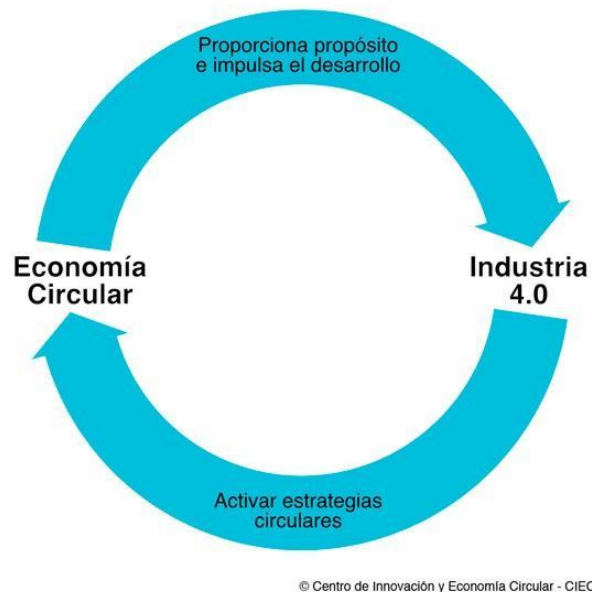
Pablo Vega Buccicardi, Director CIEC-Perú y Gerente General de CIVE Consultoría de Estrategia y Alta Dirección,



Luís Martínez Cerna, Director Desarrollo de Negocios CIEC,

Economía Circular y Cuarta Revolución Industrial

Durante los últimos siete años se ha gestado un importante movimiento a nivel mundial que busca promover y acelerar la transición hacia una economía circular que permita mantener el valor de los materiales y productos durante el mayor tiempo posible, elimine el concepto de desecho y favorezca la regeneración de los ecosistemas naturales. Al mismo tiempo, este nuevo modelo económico ha coincidido con el comienzo de uno de los mayores cambios de paradigma tecnológicos de la historia: la cuarta revolución industrial.



Ambos fenómenos son dos caras de una misma moneda, ya que la Industria 4.0 provee las tecnologías que permiten el desarrollo de los nuevos modelos de negocio circulares, y la economía circular incentiva, promueve y da sentido al desarrollo de estas tecnologías. Esta idea ha ido creciendo día a día con más fuerza dando paso al concepto de Economía Circular 4.0.

Previo a la aparición del COVID-19, el planeta estaba enfrentando otra gran crisis en su lucha contra el cambio climático, y la economía circular estaba posicionándose como la herramienta más efectiva para que nuestro planeta no aumente su temperatura en más de 1,5 °C, siendo abrazada por muchos países del mundo, dando pasos importantes para

el desarrollo de una economía circular en sus territorios, apoyados por organizaciones internacionales como Ellen MacArthur Foundation, Circle Economy y World Economic Forum (WEF) en Europa, Centro de Innovación y Economía Circular — CIEC y el Programa Regional Seguridad Energética y Cambio Climático en América Latina (EKLA) de la Konrad Adenauer Stiftung (KAS) en Latinoamérica, y la ONU a nivel global, seleccionando a la circularidad dentro de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Como ya vimos en capítulos anteriores, la impresión 3D, robótica, internet de las cosas (IoT), realidad virtual (VR), big data e inteligencia artificial (AI), han demostrado la vigencia de la Ley de Moore, ya que estas tecnologías no solo han mejorado su capacidad de procesamiento, eficiencia y productividad, sino que han ido reduciendo permanente sus costos, democratizando su acceso y permitiendo que emprendedores y empresarios de todo el mundo puedan incorporar y desarrollar procesos propios de la Industria 4.0.

Sin embargo, la cuarta revolución industrial es mucho más que un cambio tecnológico. Es también un fenómeno económico, social y ambiental, que permite la creación de nuevas empresas y emprendimientos basados en tecnologías de última generación, relocalizándolas más cerca de sus clientes y usuarios finales, promoviendo la constante capacitación y actualización de los conocimientos de trabajadores, emprendedores y tomadores de decisiones, y optimizando los procesos productivos a través de la

digitalización, reduciendo la huella de carbono y el uso recursos naturales.

La crisis del COVID-19 nos hará replantear la globalización tal como la conocemos. Hasta ahora la forma más efectiva que encontraron las empresas de reducir costos y mantenerse competitivas era el trasladar sus actividades productivas a territorios que ofrecieran ventajas económicas y tributarias; sin embargo, esto también trajo consigo un sinnúmero de efectos negativos, entre ellos el aumento de la huella de carbono de productos y materiales y la desindustrialización de la mayoría de los países, generando una sobre dependencia de la mayoría de los países de la capacidad de producción de algunos territorios específicos.

Figura 1: Globalización vs Glocalización



Fuente: Centro de Innovación y Economía Circular – CIEC, 2020

Según Ostojic y Vega (2020), la dependencia del mundo de la capacidad industrial de ciertas zonas geográficas ha quedado de manifiesto, demostrando la extrema fragilidad de la mayoría de economías del planeta. La principal lección que los países están sacando de la crisis del coronavirus es que es altamente riesgoso depender de la capacidad industrial de otras naciones, principalmente en insumos y productos estratégicos para la salud, industrias productivas y el funcionamiento básico de la economía. Esto no significa en ningún caso involucionar y dar la espalda a la globalización, sino más bien tomarlo como una oportunidad de repensar y reimaginar un proceso que ha traído tantos beneficios para la humanidad. Hoy, gracias a la digitalización y la Industria 4.0 tenemos la oportunidad de transitar hacia lo que se conoce como Glocalización, permitiendo que las economías del mundo sigan pensando de manera global pero actuando de manera local, logrando que territorios, ciudades y regiones se relacionen física y virtualmente, creando conexiones económicas y sociales que son específicas para esa comunidad, pero siempre pensando en los efectos que puedan tener en el planeta.

Nuevo Pacto Verde Global

Previo a la crisis del COVID-19, Europa estaba adelantada en las medidas para combatir el calentamiento global con una nueva estrategia de crecimiento que permitirá transformar a Europa en el primer continente carbono-neutral al 2050, buscando, además, desacoplar el crecimiento económico del uso de recursos naturales;

aumentar el uso eficiente de recursos, restaurando la biodiversidad y reduciendo la contaminación ambiental; descarbonizar el sector energético, entre otras medidas.

Tal como señala Ostojic (2020), Europa deberá conseguir que su recuperación económica post-crisis del coronavirus se ajuste con los desafíos de su Green New Deal, instalando la economía circular como el nuevo modelo tecno-económico que permita crear nuevas empresas y emprendimientos, generar empleos de calidad y combatir el cambio climático. El Plan de Acción de Economía Circular (Circular Economy Action Plan) cumple ese rol de recuperación económica enfocado en mejorar la durabilidad, reutilización y reparabilidad de productos y equipos, así como el aumento en la eficiencia energética y en el uso de recursos; aumentar el contenido de material reciclado en los productos y equipos, instalar capacidades de remanufactura y reciclaje de alta calidad; reducir la huella de carbono, agua y materiales; eliminar productos y materiales de un solo uso y evitar la obsolescencia programada; transitar hacia modelos de negocio basados en product-as-a-service (producto como servicio); y promover e instalar la transformación digital y trazabilidad de productos y materiales.

El Nuevo Pacto Verde Global que promueve la transición hacia una matriz energética 100% renovable requeriría una inversión a nivel global de aproximadamente US\$73 trillones; sin embargo, se estima que esta megainversión podría tener un retorno de inversión mucho más rápido de lo imaginado.

Según la OIT señala que, solo en América Latina, se podrían generar hasta 6 millones de nuevos empleos a través de actividades como remanufactura, reparación y reciclaje; permitiendo, al mismo tiempo, la instalación de nueva infraestructura y la adopción de tecnologías propias de la Industria 4.0, permitiendo que países en vías de desarrollo se suban finalmente al carro de la cuarta revolución industrial.

Formas de implementar una ventaja circular 4.0

Se identifican cinco modelos de negocio circulares (suministros circulares, recuperación de los recursos, prolongación de la vida útil del producto, uso compartido de plataformas y producto como servicio) y 10 tecnologías (en particular, tecnologías “digitales” como redes sociales, Cloud Computing, analítica y movilidad) están permitiendo alcanzar niveles de velocidad y flexibilidad sin precedentes. Gracias a estos modelos de negocio y a estas tecnologías, las empresas pueden enfocar la ventaja circular desde el punto de vista del cliente en lugar de limitarse a mejorar la eficiencia. Para ello, es preciso que los directivos de las compañías adopten una nueva mentalidad y adquieran capacidades en la intersección entre estrategia, tecnología y operaciones.

Si quieren comprender y aprovechar todas las oportunidades que ofrece la economía circular para sus negocios, los directivos de las

mismas deben hacerse una serie de preguntas sobre la oportunidad, el valor, las capacidades, la tecnología y el momento en que deben realizar sus inversiones para llegar a disfrutar de la ventaja circular.

El modelo de crecimiento económico empleado por la gran mayoría de las empresas en los últimos 250 años, basado en el uso de abundantes recursos naturales disponibles a bajo coste, parece haber llegado a su fin. Ésa es, al menos, la conclusión a la que llegan las experiencias y estudios de las dos últimas décadas.

Cuando los recursos son abundantes y baratos (y la protección del medio ambiente no es una prioridad), el actual modelo, dando una respuesta “lineal” a la demanda, puede dar excelentes resultados. Las empresas pueden extraer materias primas, usarlas para fabricar sus productos, y vender y distribuir esos productos a tantos clientes como sea posible (que los usan y los desechan una vez han cumplido su función), todo ello con niveles de eficiencia cada vez más altos. En pocas palabras, es una economía basada en tres principios: extracción, producción y residuos.

Sin embargo, este modelo lineal deja de ser viable en un contexto en el que las materias primas no renovables (metales, minerales y combustibles fósiles) y la capacidad de regeneración de las materias renovables (como terrenos, bosques y acuíferos) pueden no ser suficientes para cubrir la demanda futura.

Ante esta situación las empresas deberán afrontar una serie de riesgos para los activos tangibles e intangibles de la organización.

¿Cuál es la alternativa?

La economía circular es la respuesta. La economía circular permite crecer sin depender únicamente del uso de recursos, ya que utiliza tecnologías avanzadas y modelos de negocio basados en los principios de longevidad, renovación, reutilización, reparación, actualización, remodelación, capacidad compartida y desmaterialización. Las empresas ya no concentran sus esfuerzos en aumentar los volúmenes y reducir los costes a través de una mayor eficiencia en sus fábricas, operaciones y cadenas de suministro, sino en intentar replantearse sus productos y servicios desde su diseño hasta la propuesta de valor para el cliente. Esto supone eliminar residuos, introducir cambios abruptos en la productividad de recursos y, al mismo tiempo, mejorar la propuesta de valor para el cliente en aspectos tales como el precio, la calidad o la disponibilidad.

Muchas empresas de todo el mundo ya han adoptado principios circulares para el consumo de energía y materiales, invirtiendo por ejemplo en energías renovables y reciclaje. ¿Qué es lo que hace que eso resulte tan interesante? Los más innovadores se han dado cuenta de que la economía circular no solo afecta al suministro de recursos y a la eficiencia de uso, sino que en realidad consiste en adoptar nuevos modelos de negocio para transformar la demanda de recursos desde el punto de vista del cliente. La ventaja

competitiva que están logrando estas empresas es lo que se llama la “ventaja circular”. Se trata, en definitiva, de innovar para hacer un uso más eficiente de los recursos y aportar valor a los clientes, lo que repercute en la estrategia, la tecnología y las operaciones de la empresa.

El análisis de Nike, Novozymes líder mundial en biotecnología que desarrolla nuevos métodos de biorrefinado y otras empresas que han desarrollado una ventaja circular revela tres aspectos que las organizaciones deben comprender para tener éxito en la economía circular:

La aparición de modelos de negocio circulares

La importancia de nuevas capacidades para adoptar esos modelos

La capacidad transformadora de tecnologías digitales y de ingeniería

Juntos, estos tres aspectos definen nuevas cadenas de valor caracterizadas por una menor exposición a riesgos en el suministro de recursos, una mayor capacidad de generar valor para el cliente y estructuras de costes más atractivas.

La economía circular: El final del “Business as Usual”

En esencia, la economía circular consiste en crear nuevas cadenas de valor en las que el crecimiento no dependa del uso de recursos que no se pueden recuperar para usarlos de forma cíclica. Ese objetivo se puede alcanzar de varias formas. Por ejemplo, una empresa puede fomentar el uso de recursos “duraderos” para romper el vínculo entre escasez y actividad económica, empleando únicamente recursos que se puedan reutilizar, reprocesar o renovar de manera continua para que sigan siendo productivos (como energías renovables, materiales biológicos o productos reciclados/reciclables); o bien puede crear más “liquidez” en los mercados mediante productos y activos que sean más accesibles y fáciles de compartir entre los usuarios, eliminando tiempos de inactividad y aumentando el número de personas que se benefician de un cierto volumen de productos. También podría crear cadenas de valor interconectadas en las que se recuperen los residuos para volver a utilizarlos en un nuevo proceso de producción, o simplemente prolongar el ciclo de vida útil de los productos existentes.

Lo que favorece la adopción generalizada de la economía circular en este momento es la existencia de nuevas tecnologías que permiten el cambio a gran escala, algo que hubiera sido imposible hace solo una década. Se trata además de un cambio rápido y a escala. El ejemplo más evidente es la irrupción de las tecnologías digitales como un fenómeno económico al alza en todo el mundo.

Muchas empresas han realizado grandes progresos en la adopción de tecnologías digitales, lo que les ha permitido mejorar diversos

aspectos de sus actividades. En realidad, tales esfuerzos apenas alcanzan la superficie de lo que es posible, si tenemos en cuenta que las empresas también pueden utilizar redes sociales, canales móviles, comunicaciones máquina-máquina (M2M), etc. para interactuar con el mercado y los productos con el fin de analizar y optimizar las cadenas de valor y aportar más valor a los clientes.

Consideremos lo que ocurre al conectar los productos físicos a la red digital. Eso hace posible el acceso y el control a distancia, así como el acceso instantáneo a información sobre el estado y la posición de los productos sin necesidad de ningún trabajo manual. También los costos se reducen de forma considerable, ya que es posible prestar servicios solo cuando se necesita y en los productos que lo necesitan. Los usuarios pueden acceder a los productos sin interactuar con ninguna persona, mientras que los productos pueden “hablar” entre ellos mediante comunicaciones M2M que, entre otras cosas, permiten la gestión automática de sistemas de productos o componentes.

Cuando los costos son más bajos y la información disponible aumenta (y la actividad económica no depende del uso de recursos escasos), se minimiza la necesidad de una infraestructura de organización centralizada a gran escala. Eso permite diseñar nuevos modelos de negocio que, en lugar de basarse en grandes inventarios de productos homogéneos que se distribuyen y venden de manera centralizada, pueden estar centrados en el cliente y en el uso de los productos. A diferencia de los recursos lineales (petróleo, metales y minerales), los recursos circulares empleados en la producción

también tienden a ser de origen local (energías renovables, biomasa y residuos), lo que favorece aún más los modelos de negocio descentralizados con cadenas locales de producción, consumo y retorno.

En este nuevo entorno, el costo unitario de los recursos no es un factor tan decisivo, puesto que empresas y clientes pueden usar lo que ya está en el mercado en lugar de utilizar más recursos para fabricar nuevos productos. La prioridad ya no es producir cosas con recursos por explotar, sino facilitar la transferencia de productos entre los usuarios y transformar productos usados en otros nuevos, uso compartido de plataformas para la colaboración entre los actores, producto como servicios en vez de comprar y poseer.

Tecnologías que hacen posibles los modelos de negocio circulares

La innovación de los modelos de negocio ofrece a las empresas excelentes oportunidades de unirse a la economía circular. Pero muchos de esos modelos, cuando no todos, no serían posibles sin la ayuda de nuevas tecnologías, especialmente las tecnologías digitales, como redes sociales, movilidad, analítica, cloud y comunicaciones M2M (es decir, el internet de las cosas que establece conexiones inalámbricas entre objetos, en lugar de entre personas). El diseño de cadenas de valor que incorporen modelos de negocio circulares hasta el mismo uso y retorno de producto supone

una nueva frontera que revoluciona los niveles de servicio y flexibilidad: una frontera en la que el mundo físico y el mundo digital se unen y los productos comienzan a fluir entre usuarios, mercados y ciclos de vida a un coste muy bajo.

Se identifican tecnologías transformadoras muy utilizadas entre las principales empresas de la economía circular. Se pueden dividir en tres categorías: tecnologías digitales (tecnología de la información), ingeniería (tecnología física) y tecnologías híbridas.

Figura 2. Tecnologías empleadas por las empresas pioneras en la adopción de modelos de negocio circulares

		Suministros circulares	Recuperación de los recursos	Prolongación de la vida útil del producto	Uso compartido de plataformas	Producto como servicio
Digital	Móvil					
	M2M					
	Cloud					
	Social					
	Big Data Analítica					
Híbridas	Sistemas de seguimiento y retorno					
	Impresión 3D					
Ingeniería	Tecnología de diseño modular					
	Tecnología avanzada de reciclaje					
	Ciencias de la vida y de los materiales					

Fuente: Lacy, P; Keeble,J y McNamara, R. 2015

Las tecnologías digitales son muy importantes para permitir el intercambio de información en tiempo real entre clientes, máquinas y sistemas de gestión. Estas tecnologías, con su orientación intrínseca al usuario, proporcionan las conexiones y los datos necesarios para prolongar la relación más allá del punto de venta.

Dos buenos ejemplos en el ámbito de las telecomunicaciones son los de Vodafone y Verizon: a través de la analítica y la funcionalidad de sus móviles, estas empresas ofrecen a sus clientes la posibilidad de recibir automáticamente un precio de recompra de sus teléfonos usados y facilitan la devolución en tienda con pago inmediato.

Dichas conexiones mejoran la visibilidad y el control de activos a distancia, algo particularmente importante para los modelos de negocio de producto como servicio, uso compartido de plataformas y prolongación de la vida útil del producto. Al modificar la forma en que empresas y consumidores se relacionan con activos físicos y digitales y hacer posible la desmaterialización, las tecnologías digitales pueden transformar las cadenas de valor de modo que el crecimiento no requiera recursos adicionales.

Otro ejemplo es la empresa de moda vintage Poshmark (prolongación de la vida útil del producto), que ha trasladado toda la experiencia de compra a un dispositivo móvil. La empresa utiliza la analítica y las redes sociales para ofrecer información en tiempo real y optimizar así la experiencia de compra de millones de usuarios. También aprovecha la tecnología para, por ejemplo, organizar en tiempo real eventos de compra en colaboración, algunos de los cuales han llegado a atraer a más de 50.000 participantes.

La combinación de tecnología digital y pensamiento circular puede ser muy útil para cambiar las cadenas de valor. La transición no siempre está exenta de roces, ya que las normas y empresas

tradicionales pueden oponer resistencia al cambio. El poder de la transformación se hizo evidente en junio de 2014, cuando miles de taxistas europeos fueron a la huelga para protestar contra Uber y su modelo de uso compartido de plataformas basado en tecnologías digitales. Aunque nunca hay que ignorar los problemas de las personas afectadas por las tecnologías empleadas en modelos de economía circular, retrasar los cambios no conduce a nada. El mismo día de la huelga, Neelie Kroes, vicepresidenta de la Comisión Europea, comentó: “Tanto si se trata de taxis, hoteles, música, vuelos, noticias o cualquier otra cosa, el hecho es que la tecnología digital está cambiando muchos aspectos de nuestras vidas. No podemos hacer frente a esta situación si la ignoramos, vamos a la huelga o tratamos de prohibir las innovaciones... Necesitamos servicios que hayan sido diseñados pensando en los consumidores. La forma tradicional de crear servicios y reglamentos en torno a los productores ya no funciona.”

Las tecnologías de ingeniería (reciclaje avanzado, diseño modular, y ciencias de la vida y de los materiales) permiten producir nuevos artículos a partir de recursos regenerados, así como recoger, devolver y procesar artículos y materiales usados para su reelaboración. Todo ello hace que estas tecnologías sean especialmente importante para los modelos de suministros circulares y recuperación de los recursos.

Las tecnologías híbridas combinan la ingeniería con el mundo digital y permiten controlar los flujos de activos y materiales. Una empresa puede usar estas tecnologías para identificar digitalmente la historia,

la posición, el estado y el uso de materiales y productos, al tiempo que facilita su recogida para tratarlos y reprocesarlos. La impresión 3D, por ejemplo, permite fabricar objetos físicos a partir de diseños digitales descargados previamente. Eso es lo que ha hecho la empresa china Winsun New Energy Co., que usa material reciclado para imprimir casas en menos de un día y a un coste de menos de 5.000 dólares por casa.

Los sistemas de seguimiento y retorno, como los de Scanimetrics, son otra solución híbrida de gran importancia. Scanimetrics ofrece hardware, software y soporte técnico para actividades de control que son vitales para el mantenimiento predictivo de bajo coste y para cadenas de reparación/remanufactura. Las tecnologías híbridas son muy importantes para los modelos de suministros circulares, recuperación de los recursos y prolongación de la vida útil del producto, ya que sirven de puente entre los mundos físico y digital.

Conclusión

Es momento de reimaginar y actualizar nuestro modelo económico y nuestra manera de pensar, hacer y consumir con las nuevas condiciones del siglo XXI, incorporando a la sociedad, al medio ambiente y las nuevas tecnologías de la cuarta revolución industrial. Pero también es importante volver a prácticas que han funcionado en el pasado, como la economía circular, la industrialización y el localismo, ya que muchas veces “el futuro no es más que el pasado que regresa”. En esta aceleración de transformaciones que estamos

viviendo y el mundo post coronavirus que enfrentaremos, estamos en un momento crucial y, tal como señala el historiador israelí, Yuval Noah Harari “las decisiones que tomemos reconfigurarán el planeta”.

Referencias bibliográficas:

CIEC (2020). Centro de Innovación y Economía Circular. www.ciecircular.com

Lacy, P; Keeble, J y McNamara, R. (2015). La ventaja circular. Tecnologías y modelos de negocios innovadores para generar valor en un mundo sin límites de crecimiento. España, Publicación de Accenture Strategy.

Ostojic, P. (2020). Artículo escrito para el Programa Regional Seguridad Energética y Cambio Climático en América Latina (EKLA) de Konrad Adenauer Stiftung (KAS), Chile, abril 2020.

Ostojic, P y Vega, P. (2020). Una pandemia de consciencia: Coronavirus y Economía Circular 4.0. Perú, Revista Stakeholders, mayo 2020.