
ECONOMÍA CIRCULAR: SU APLICACIÓN EN EMPRESAS PARA EL AHORRO DE RECURSOS Y MEJORA DE LA SOSTENIBILIDAD

ANTONIO JUAN BRIONES-PEÑALVER

Universidad Politécnica de Cartagena

JOSE LUIS MARTÍNEZ-MARTÍNEZ

LUCÍA GALVEZ-MUNUERA

MARIA JOSÉ CASTEJÓN-GÁLVEZ

I.E.S. Ruiz de Alda – San Javier

Actualmente estamos sufriendo las consecuencias de los problemas medioambientales causados por el modelo económico vigente, hasta la actualidad basado en la extracción, fabricación y posterior eliminación de los desechos generados en la producción y también de aquellos productos que el consumidor decide no reutilizar. Para solventar los problemas causados hasta ahora por esta forma de actuar y evitar cometer los mismos errores de cara

al futuro, se están llevando a cabo diversas prácticas sostenibles. Entre ellas se encuentra la Economía Circular (en adelante EC), cuyo principal objetivo es mantener los productos, materias y recursos el mayor tiempo posible en un ciclo continuo con el objetivo de reducir los residuos generados, evitando la contaminación, y el uso de materias primas, preservando el capital natural. Este conjunto de acciones las podemos denominar prácticas circulares.

En este artículo se presentarían los resultados de un proyecto de investigación de 2020 denominado "Investigación y Desarrollo en Institutos de Educación Secundaria IDIES" de la Academia de Ciencias de la Región de Murcia, y que fue desarrollado en el Instituto de Educación Secundaria "Ruiz de Alda" en San Javier (Murcia), con la colaboración de la Universidad Politécnica de Cartagena, y con el patrocinio de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia (CARM) y la Fundación Séneca. En tal proyecto se dio a conocer los nuevos métodos para alcanzar una economía más circular, en particular aquellas

que tenían un efecto positivo sobre el ahorro de los recursos y el cuidado del medio ambiente. Por otro lado, se analizaron las prácticas circulares en algunas de las empresas de la Comarca de Cartagena, representativas de sectores industriales y servicios de San Javier y sus alrededores.

En este trabajo se proponen caracterizar el modelo económico bajo una multiplicidad de conceptos y principios que lo sostiene, muy por encima del tradicional proceso de reciclaje por el que normalmente lo conocen las empresas. En este sentido, la EC está muy relacionada con la importancia de una buena gestión de los residuos plásticos que se generan, y gravan problemas sobre el planeta, afectando a recursos como el aire, los mares y, los océanos, y, por lo tanto, a los seres vivos que habitamos en él. Los resultados obtenidos en las empresas de la Comarca de Cartagena nos llevan a concluir en este artículo, que las prácticas de circularidad incidirían en el ahorro de los recursos naturales y la reducción de costes de los materiales, con un impacto muy positivo en

los resultados de las firmas y las deseadas medidas de sostenibilidad y bienestar para la población de la Región de Murcia.

MARCO TEÓRICO DE REFERENCIA ↓

Economía Lineal versus Economía C (EC) ↓

Economía Lineal ↓ ↓

Actualmente la sociedad se enfrenta a una grave crisis eco-social y si continuamos explotando los recursos naturales tal y como lo hacemos, esta llegará al colapso. Por suerte, cada vez hay más conciencia sobre el problema gracias a las grandes movilizaciones juveniles y otros eventos, por ejemplo: La Cumbre Mundial del Clima, celebrada en Madrid (2019). La Economía Lineal, implantada en la actualidad, se basa en prácticas que comenzaron a utilizarse en la Revolución Industrial en la que se tenía el pensamiento de extraer, fabricar y eliminar, suponiendo que los recursos naturales no serían limitados y, por lo tanto, ignorando la realidad. En este tipo de economía no se tiene en cuenta el derrocamiento masivo de los residuos que esta provoca y los grandes efectos negativos sobre el medioambiente. Algunas de las características de la economía lineal son:

- Es una economía simple puesto que se basa en un proceso de extracción, posterior fabricación y eliminación de los residuos. Además, no tiene en cuenta las consecuencias para el medioambiente.
- Perjudicial para los seres vivos y en especial para los humanos, ya que los residuos generados en los procesos de fabricación afectan tanto al aire como al suelo de forma contaminante.
- El proceso de fabricación es rápido pero su asimilación por parte del planeta es muy lenta.
- Insostenible, ya que los recursos disponibles son limitados y no se podría continuar con este sistema económico de producción durante un largo periodo.
- Utiliza combustibles fósiles, emplea recursos baratos y no reutiliza los residuos de la fabricación.

Estas prácticas nos han llevado a enfrentarnos a sus consecuencias medioambientales, ya que los recursos no son renovables y se están alcanzando los límites de la oferta disponible, por lo tanto, se está produciendo un agotamiento de los recursos y un problema de desbordamiento global, produciendo impactos como: 1) el cambio climático: es la variación del clima sobre la Tierra, se debe a la acción humana y produce cambios en todos los parámetros climáticos. Esto ha sucedido por el modelo de producción actual y el gran consumo de energía; 2) la pérdida de la variedad biológica: se refiere a la disminución o desaparición de la variedad de seres

vivos de la Tierra. Uno de los mayores causantes de la pérdida de biodiversidad es el cambio climático.

El ritmo del consumo y las actividades lineales ha aumentado la explotación de los recursos superando la capacidad de recuperación que tienen los sistemas ecológicos, y ha provocado consecuencias perjudiciales en todo el mundo. Por ello, es necesario acelerar el cambio hacia un modelo más sostenible. Los consumidores tenemos un papel importante en esta transición, ya que debemos ser una parte activa, modificando los hábitos y poniendo como prioridad el bienestar humano y del planeta. Para solventar estos problemas, debemos realizar el cambio del actual modelo económico (Economía Lineal) hacia un modelo con procesos similares a los de la naturaleza, donde los recursos son nutrientes para la industria de manera continua. En este sentido, ese sistema de economía donde el usar y tirar pasa a otros desarrollos de circularidad de recursos, los materiales plásticos juegan un papel importante para los sistemas productivos con capacidad para ser recuperados y utilizados nuevamente (Escrig, 2019).

Economía Circular (EC) ↓ ↓

La EC es una economía industrial restaurativa, regenerativa y de bajo impacto medioambiental. Está diseñada para depender principalmente de energía renovable. Se trata de un proceso basado en el ecodiseño, que se preocupa por ser ecológico y eficiente en las fases de la producción de bienes y servicios. Una economía con fines regenerativos, pretende conseguir que los productos, componentes y recursos mantengan su utilidad y valor en todo momento, ya que hablamos de un ciclo continuo. De ahí, el término "circular" (Cerdá & Khalilova, 2019:11-12)

Surgió como un concepto general en la primera década del siglo XXI, prevé el logro de un sistema económico más eficaz y eficiente en recursos. La EC a menudo se ve como un medio para lograr la sostenibilidad. Sin embargo, no todos los sistemas (por ejemplo, empresas, cadenas de valor) que incorporan los principios circulares son intrínsecamente más sostenibles. La sostenibilidad o circularidad requiere cambios en la forma en la que las empresas generan valor, entienden y hacen negocios. Las empresas se ven obligadas a pasar de una lógica operacional centrada en la empresa, a una lógica centrada en la sociedad y el medioambiente. Por ello, cada día más se persigue un proceso de transformación de los insostenibles modelos de producción actuales (Molina, Núñez y Gálvez, 2019).

Esta economía cuenta con una serie de requisitos generales: 1) Se vende el uso del producto y no su material, por ello los clientes pueden comprar el uso como un servicio y cuando este ya no es útil se recupera y renueva; 2) Utiliza el concepto de las tres R (reducir, reutilizar y reciclar) como símbolo de buena gestión de los recursos; 3) El modelo

FIGURA 1
GRÁFICO CIRCULAR EC, REALIZACIÓN PROPIA



Fuente: Elaboración propia

cíclico que sigue la naturaleza funciona, podemos cambiar nuestra manera de pensar y adaptarla a una EC como la que practican el resto de los seres vivos. Esta pretende imitar a la naturaleza en el proceso de reciclaje biológico, pero con materiales industriales, además de aumentar el capital natural. De esta idea obtenemos el concepto de nutrientes biológicos: materiales que pueden ser renovados sin proceso humano mediante procesos bioquímicos como el compostaje; 4) Por otro lado, en el caso de los nutrientes tecnológicos son los humanos los encargados de su proceso de renovación ahorrando energía y material. Los materiales se reciclarán completamente basándose en la idea de que un recurso se transforma y se reintegra a la biosfera sin necesidad de procesos químicos y por lo tanto reduciendo emisiones y residuos; 5) Reutiliza los materiales de los productos que no funcionan y no son biodegradables para crear nuevos productos. Los bienes de hoy son los recursos de mañana, en vez de usar y tirar, la EC opta por una cultura de retorno y renovación. Como las empresas son los propietarios de los materiales del producto del cual los usuarios se benefician, se reduciría la producción de nuevos materiales, reutilizando los ya existentes.

Beneficios de la EC ↓

Beneficios Medioambientales de la EC ↓↓

Una buena implementación de este modelo económico de EC supondría múltiples beneficios para la sociedad. En este sentido en 2015, el Parlamento Europeo adoptó un Plan de Acción de Economía Circular en los próximos 5 años proponiendo 54 acciones sostenibles concretas para cerrar el ciclo en cada etapa de la cadena de valor, desde la producción hasta el consumo (Trias et al., 2019: 8-11). Si su principal objetivo es solventar la grave situación ambiental en la que nos encontramos, la EC está diseñada específicamente para que los beneficios sean para el cuidado del planeta en que vivimos, el medio ambiente y por lo tanto al bienestar social. Entre las principales ventajas que genera la circularidad en este ámbito, destaca su influencia en las áreas reseñadas a continuación.

- Reducción de emisiones de dióxido de carbono:

Gracias a estudios llevados a cabo por diversos organismos, Europa ha podido llegar a la conclusión

de que una implantación plena de la circularidad podría reducir a la mitad las emisiones de dióxido de carbono de aquí a los próximos diez años. Esto significaría una reducción aproximada del 48% relacionadas con la movilidad, los sistemas de alimentación, y la edificación. Esta cifra podría elevarse hasta valores superiores al 80% si funcionamos correctamente hacia el 2050.

- Reducción del consumo de materias primas:

Otros estudios, llevados a cabo en los últimos años, estiman que, si se empieza a adoptar el modelo económico circular, sería posible reducir el consumo de materias primas en torno a un 32% en 2030. Esto puede ser posible debido a las prácticas de este tipo de economía que aseguran un óptimo aprovechamiento de cada material y de cada recurso empleado en el proceso de producción.

- Mejora de la productividad y calidad del suelo:

El deterioro del suelo actualmente es un problema que supone alrededor de 40.000 millones de dólares anuales. En ese sentido, Espaliat (2008) afirma que "Si se actúa de acuerdo con un enfoque económico circular y de "regeneración dinámica" en los sistemas de alimentación, el consumo de fertilizantes sintéticos en Europa puede llegar a reducirse hasta en un 80% de aquí al año 2050." Aplicando los principios de la EC es posible incrementar la productividad de la tierra, y recuperar el valor del suelo como activo, al devolverles los nutrientes mediante la acción espontánea de los mecanismos naturales y provenientes de los ciclos biológicos. En resumen, la EC y sus prácticas de carácter biológico nos permiten reducir la reposición del suelo mediante nutrientes adicionales y no naturales. En general, la EC, nos proporciona una gestión óptima de las externalidades negativas de la economía como pueden ser el mal uso del suelo, la contaminación del aire y del agua, el vertido de sustancias tóxicas y la mala gestión de los desechos (Molina, Núñez y Gálvez, 2019).

Beneficios Económicos de la EC

La EC es un término prácticamente nuevo para la historia de la economía, por lo tanto, hoy en día no todas las empresas y consumidores están preparados para llevarla a cabo tanto en el ámbito económico como por falta de conocimiento sobre este concepto. En esta línea, Pieroni, McAloone y Pigosso (2019) establecen que existen modelos de negocio que surgen y se desarrollan a partir de innovación en EC y sus prácticas que se sustentan en los cambios requeridos por la EC. Aunque sea difícil su implementación debido a que al principio las prácticas que engloba pueden resultar de un nivel económico más elevado, la EC es totalmente eficiente a largo plazo y los inconvenientes que al principio conlleva se convierten en beneficios de carácter económico. Estos son:

- Crecimiento económico:

Las actividades circulares emergentes suponen la reducción de los costes de producción debido a una utilización eficiente de los insumos, y esto resulta beneficioso para el crecimiento económico. Incrementar el valor de los insumos y de los productos afecta a la oferta, la demanda, los precios, y en general, a todos los elementos de la actividad económica. De esta forma la EC causa efectos indirectos que conducen a incrementar el crecimiento económico. Estudios afirman que el PIB europeo, en el caso de que se aplicasen las prácticas circulares, podría crecer hasta un 11% hacia el 2030, y un 27% en el año 2050. Estos datos contrastan bastante si se comparan con los resultados que obtendríamos si mantuviésemos el modelo económico vigente: 4% en 2030 y 15% en 2050.

- Ahorro de costes de materias primas:

Los costes en materias primas se verán reducidos si se aplica este modelo económico ya que uno de los principios en los que se basa es la reutilización de materias primas una vez que los productos han perdido su vida útil. Además, varios estudios señalan que, utilizando estrategias circulares, es posible reducir costes en vertederos (ya que el principal objetivo es dar una nueva vida los productos y no desecharlos), facilitar la restauración de los suelos y procesar los subproductos y residuos orgánicos para su compostaje y posterior empleo.

- Creación de empleo:

El desarrollo de nuevas áreas de trabajo asociadas con el desarrollo sostenible generará la creación de empleo tanto de baja, media o alta cualificación. Transformar los productos en servicios y la formación y educación en estos ámbitos también darán lugar a nuevos empleos. Esto permite afrontar tres de los problemas vigentes que afectan a nuestra economía: el desempleo, el empleo precario y de baja calidad.

- Innovación:

La iniciativa de sustituir los productos producidos de manera lineal por los que se basan en un previo diseño ecológico incita a crear nuevas ideas de producción y a invertir en I+D+I. La EC impulsa hacia un mayor desarrollo tecnológico ya que está basada en el ecodiseño y en la ecoinnovación y estos necesitan una ayuda de la tecnología para ser desarrollados. Además, la EC es una oportunidad para optimizar la competitividad y la rentabilidad entre empresas. También representa una herramienta para introducir en la economía un enfoque cultural y creativo a la hora de crear nuevos productos.

Caracterización de la EC

Siguiendo a Cerdá y Khalilova (2019; 11-19), los principios en los que se basa la EC son los siguientes:

- *Principio 1:* Preservar y mejorar el capital natural controlando existencias finitas y equilibrando los flujos de recursos renovables. Es decir, reutilizar productos, componentes, y materiales obteniendo la máxima utilidad de ellos, tanto en ciclos técnicos como biológicos. La EC utiliza tecnologías y procesos que se surten de recursos naturales, además también intenta producir capital natural creando condiciones para la regeneración del suelo y aumentando los nutrientes de este, y utilizando fuentes de energía renovables.
- *Principio 2:* Optimizar el rendimiento de los recursos.

Se realiza mediante la circularidad de los productos tratando de obtener siempre la mayor utilidad de estos. Los sistemas circulares utilizan bucles internos, tratando de mantener los materiales mejor que reciclarlos y preservando de esta forma la energía incorporada además de otros valores. Procurando extender la vida útil de los productos y promoviendo su reutilización.

- *Principio 3:* Fomentar la eficacia del sistema revelando y eliminando externalidades negativas. La circularidad o EC, utiliza esos principios con las siguientes características.

Características (Ellen MacArthur Foundation, 2017):

- Diseñar sin residuos: los materiales están diseñados para que si estos son biológicos puedan ser compostados y en el caso de los materiales técnicos se puedan reutilizar con un gasto mínimo de energía y manteniendo su calidad.
- Energía renovable: la EC requiere de poca energía y esta debe ser renovable, se basa en reducir el uso de combustibles fósiles y aprovechar más el valor energético de subproductos, productos secundarios que se obtienen a partir del principal, en un proceso industrial de fabricación.
- Pensar en "sistemas": la mayoría de los sistemas del mundo no son lineales, tienen una gran retroalimentación, es decir, se regulan a sí mismos. Además, son interdependientes. Dichos sistemas no pueden gestionarse desde una Economía Lineal y precisa mayor flexibilidad y una adaptación frecuente a las circunstancias cambiantes en las organizaciones y los sistemas de producción actual.
- Pensar en cascadas: extraer valor adicional de productos y materiales mediante su paso en cascada por otras aplicaciones, ya que hacerlo en un único paso sería demasiado ineficaz.
- Además, Cerdá y Khalilova (2019) considera los siguientes rasgos característicos de la EC:
- Reducción de insumos y menor utilización de recursos naturales:

- Explotación minimizada y optimizada de materias primas, aunque proporcionando más valor con menos materiales. Reducción de la dependencia de las importaciones de recursos naturales.
- Utilización eficiente de todos los recursos naturales y minimización del consumo total de agua y energía.
- Compartir la energía y los recursos con reducción de emisiones: a partir de la utilización de menos materias primas, su extracción más sostenible, empleando mayor proporción de materiales reciclables o reciclados.
- Disminuir las pérdidas de materiales y de los residuos: disminuyendo la cantidad de desechos y minimizando los residuos vertidos e incinerados.
- Mantener el valor de productos, componentes y materiales en la economía: ampliando la vida de los productos manteniendo su valor, reutilizando los componentes y utilizando el correcto reciclaje para conservar el valor de los materiales.

Indicadores para la investigación (EC) ▼

Existen diferentes metodologías eficientes para medir el rendimiento de las prácticas sostenibles para la transición hacia la EC (Saidani et al. 2018). Nuevos métodos fueron reclamados para evaluar el progreso hacia el desarrollo sostenible en 1987, esto dio lugar a la aparición a una amplia variedad de indicadores para este desarrollo. Posteriormente, aparece el concepto de EC como método para poner en práctica los objetivos indicados para el desarrollo sostenible. Si la sostenibilidad está siendo ampliamente investigada como un nuevo sistema; esta última, se considera un concepto abstracto al igual que la EC, ya que puede tener diferentes significados dependiendo de la parte interesada. Las empresas pueden carecer de información y capacidad necesarias para llevar a cabo una transición a la EC, esto es debido a la falta de indicadores, metas, información sobre la circularidad y sobre los beneficios que conlleva aplicar este sistema económico (en todos los niveles: diseño, ingeniería, etc.) (Saidani, et al. 2018: 542-559).

Por ello, en esta investigación del Proyecto IDIES-Región de Murcia consideramos las actuaciones de las empresas en materia de circularidad, con algunos de los indicadores comunes y más conocidos de EC tras la revisión previa del marco teórico, y así medir el progreso y rendimiento en ese sentido. De esta forma, los indicadores de la EC podrían ser el trampolín para una transición hacia prácticas más sostenibles gracias a sus diferentes usos potenciales: 1) como indicadores clave de rendimiento (para comparar con otras industrias); 2) como etiquetas de productos (para informar sobre las opciones del consumidor); y,

FIGURA 2
EC DE LOS PLÁSTICOS, REALIZACIÓN PROPIA.



Fuente: Elaboración propia

3) para capturar las apuestas de reutilización y reciclaje al final de la vida útil de los productos durante el proceso de producción. En este trabajo utilizamos algunos de los más representativos, como la aplicación sobre los embalajes y la utilización de plásticos.

Indicadores sobre los embalajes y plásticos ↓

Las empresas siguen optando por embalajes perjudiciales para el medioambiente en el envasado de sus productos. Además, debido a las prácticas de consumo actuales, en las que se genera una cantidad de embalaje no sostenible (en todas las etapas desde su producción a posterior venta) aumentan los residuos y por lo tanto se han convertido en una amenaza (Meherishi et al., 2019:1-23). El embalaje sostenible se ha definido como el embalaje que se fabrica utilizando tecnologías de producción limpias, se transporta utilizando energía renovable y al que se le aplican las prácticas circulares o en bucles. Está diseñado para optimizar materiales y energía y además cumple con los criterios del mercado (Meherishi et al., 2019). En el estudio tuvimos especial preocupación por la gestión de los embalajes, ocupando las empresas de la muestra un gran porcentaje de

utilización de plástico, sobre todo aquellos que son de un único uso. En este estudio, realizamos una ilustración donde se muestran algunos de los elementos que describen la utilización de plásticos en EC (ver figura 2).

MARCO EMPÍRICO ↓

Para realizar la parte práctica de nuestro proyecto hemos elaborado un formulario de "Google" con veintidós preguntas relacionadas con los datos básicos de cada empresa y con una pequeña evaluación de sus prácticas sostenibles y sus conocimientos sobre la EC. Este formulario ha sido recogido de veinte y una (21) empresas de la Región de Murcia.

Descripción de la muestra ↓

Las personas que han respondido a la encuesta mayoritariamente ocupan el puesto de gerente general, con supervisión directa bajo una estructura simple; dependiendo de la empresa su función puede variar hacia estructuras más complejas o estructura divisional. Otro gran porcentaje ha sido

respondido por personas que ocupan cargos de dirección como mandos intermedios o afines que son analistas y personal de apoyo, en muchos casos responsable de la normalización. El resto ha sido contestado por cargos administrativos, de gestión ambiental, de marketing, etc. Un 60% de las empresas que han respondido este formulario son Sociedades de Responsabilidad Limitada, tres de las empresas son Sociedades anónimas y el resto se dividen en Sociedad Cooperativa y Autónomos. En cuanto a su dimensión, un 45% son microempresas, un 30% son pequeñas empresas, y un 20% medianas empresas. Únicamente una empresa (5%) factura más de 50 000 000 €, es decir, es la única empresa grande. Por lo tanto, el 95% son PYMES. Además, en su mayoría las empresas cuentan con entre 1 y 50 empleados, el 25% restante tienen entre 50 y 250. Un 40% de las empresas pertenecen al sector de la alimentación, dedicándose la mayoría a la agricultura y otro 15% pertenece al sector del comercio. El otro 45% restante está dividido al 5% entre sectores como: transporte, construcción, función pública, hostelería, turismo, sanitario e informática industrial.

Resultados descriptivos

- Fuente de energía: el 95% de las empresas se surten de energía eléctrica, esto supone que solo una de las veinte empresas emplea la energía solar. En nuestra opinión, esto significa un mal aprovechamiento de los recursos naturales, puesto que en la Región de Murcia disponemos de aproximadamente 3000 horas de luz solar al año. Utilizar la energía solar como principal fuente supondría un beneficio tanto económico como ambiental.
- Desempeño ambiental: un 50% de la muestra evalúa su empresa entre el 4 y el 5, lo que supone un buen desempeño ambiental.
- "¿Qué es bajo su punto de vista la EC?", las respuestas más notables son las referentes a los residuos, gestión de desechos y productos valorizables, reutilización de recursos, reutilización de insumos, el control de las materias primas, los procesos de reciclado; la mayoría de las respuestas están relacionadas con la circularidad lo cual valoramos positivamente.
- Departamento de medioambiente y certificaciones ambientales; el 50% de las empresas contaba con un departamento especializado en medioambiente y ello puede ser una buena medida para afrontar los retos del medio ambiente. Así mismo, la mayoría manifestó que contaban con alguna certificación ambiental. Teniendo en cuenta que éstas son acreditaciones que certifican que determinadas acciones empresariales han sido realizadas de forma respetuosa con el medio ambiente y conforme a la normativa ambiental vigente, creemos que las mismas sirven como prueba de que las em-

presas están actuando correctamente. Los resultados obtenidos nos indican que el 55% está llevando a cabo acciones como: "Ser eficientes energéticamente y utilizar renovables para minimizar la emisión de gases de efecto invernadero o gestionar los residuos de forma correcta".

- "¿Cómo se gestionan los residuos que se generan?", todas las empresas cumplen con los requisitos ambientales establecidos según la ley, además algunas de ellas han indicado que los residuos los envían a empresas homologadas dedicadas al reciclaje de cada tipo de residuo. Una de las empresas ha resaltado que utilizan los residuos vegetales para el compostaje y alguna recicla los residuos y recoge los productos desechados de sus clientes para reciclarlos. Además, otra empresa cuenta con una iniciativa en la que los mismos envases que se ponen en el mercado se recogen tras su uso y se vuelve a fabricar a partir de estos el mismo envase, de forma que no generan desechos.
- Formación en la materia: un 20% de las empresas respondió que los empleados contaban con una cierta formación en la materia relacionada con la EC y sus prácticas, un 40% respondió que algunos sí y otros no, y, por último, el 40% restante respondió que no. Esto supone que la mayoría de estos empleados desconocen este término y su alcance.
- Reutilización de residuos y materiales reciclados: el 60% de las empresas presentan un alto grado de reutilización de residuos y más del 55% utiliza materiales reciclados.
- Un 85% de las empresas afirman que no realizan prácticas perjudiciales y el 75% considera que reduce las emisiones a la atmósfera. Además, el 85% de las empresas opinan que tienen un consumo de agua y energía eficiente y respetuoso con el medio ambiente.
- Efectos sobre la empresa: ante la pregunta "Si se aplica la EC, ¿ha notado algún tipo de cambio beneficioso o perjudicial en el ámbito económico?", concluimos que la mayoría de las empresas que aplican la EC (88,89%), que son un 45% de las empresas encuestadas, obtienen beneficios económicos y de imagen hacia sus clientes, por lo tanto, esto sería un incentivo para que todas las empresas lo incorporaran a su filosofía.
- Propuestas de mejora: el 65%, si presentan propuestas, considerando: reducción del rechazo procedente de los procesos de desalabración, eliminación de plásticos de la línea de producción, creación de grupos de trabajo, generación de energía solar para autoconsumo a través de la instalación de placas fotovoltaicas.

TABLA 1
ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES (ACP)

Ítems	Media	Común.	Medidas	Rtados	
Reutilizar los residuos	3,62	,721	,759	-	RR
Prácticas perjudiciales medio ambiente	4,00	,627	,749	-	EP
Consumo de agua y de energía	4,43	,512	,696	-	RC
Utilización de materiales reciclados	3,24	,796	-	,885	UM
Desempeño ambiental de la empresa	3,48	,681	-	,825	DA
ACP (% de varianza explicada)			26,464%	40,270%	
ACP (% de varianza acumulado >60%)				66,734%	
Alpha de Cronbach (entre 0.6/0.9)				0.618	

Fuente: Elaboración propia

Resultados multivariantes

En primer lugar, hemos realizado con el programa estadístico SPSS un Análisis de Componentes Principales (ACP) como método de extracción de factores para reducir la dimensionalidad aplicada a las medidas de EC y sus resultados. Hemos utilizado como indicadores estadísticos, el estudio de las comunalidades, la matriz de componentes rotados y estudio de consistencia interna de las escalas con el Alpha de Cronbach. El análisis factorial (ACP) ha reducido los ítems estudiados a 2 componentes, creando las dimensiones que se agrupan en variables de la siguiente tabla de matriz de componentes rotado que denominamos Medidas EC y Resultados EC. El porcentaje de varianza extraída está en un valor recomendado (% varianza acumulado 66,734%) y también el análisis de la consistencia interna de esta escala utilizada (Alpha de Cronbach 0,618) (ver tabla 1).

A continuación, aun siendo conscientes de que es posible que no se presente normalidad debido al estudio en una muestra pequeña (solo 20 empresas), decidimos efectuar análisis multivariante con el método de regresión por pasos y selección de algunas variables, utilizando para ello las variables del ACP y otras del estudio, con el fin de obtener algunas apreciaciones estadísticas de su comportamiento. Apreciamos que las variables independientes predictoras están linealmente relacionadas con la factor que procede del ACP "Resultados" y la variable "Evaluación del desempeño ambiental". En la tabla 2 se presentan los resultados, donde se consideraron solo las variables incluidas en los modelos.

- *Primera Regresión Lineal (R1):* advertimos que como resultados de la circularidad (EC), una mayor utilización de materiales reciclados y el aumento del desempeño empresarial; ello depende de forma positiva y significativa de la mejor "reutilización de los residuos". Sin embargo, las otras medidas no presentan significación ni clara influencia en la mejora de los resultados.
- *Segunda Regresión Lineal (R2):* la aplicamos utilizando la variable dependiente resultados

a modelos que se basan en los casos para los cuales la economía circular les supone algún tipo de cambio beneficioso o perjudicial en el ámbito económico. Se considera que la reutilización de residuos influye de forma positiva y significativa en los resultados de la EC.

- *Tercera Regresión Lineal (R3):* siendo la variable dependiente los resultados de la EC, el modelo se basó en aquellos casos donde los empleados cuentan con formación en materia de EC. Destacamos que las prácticas perjudiciales para el medio ambiente, el óptimo consumo de agua y de la energía, son los ítems mejores evaluados en términos medios; y la reutilización de residuos influye de forma positiva y significativa en medida de la formación de los empleados de la EC.
- *Cuarta Regresión Lineal (R4):* en la cual la variable dependiente sería la referente a la evaluación del desempeño ambiental de la empresa y como variable predictor o influyente si los empleados cuentan o no con formación en EC. Observamos que, la presencia de formación en materia de EC se asocia de forma negativa y significativa con la evaluación del desempeño ambiental, lo cual denota que a mayor formación en materia EC con un 99% de probabilidad o significancia, se asocia con una peor evaluación del desempeño ambiental por parte de los directivos.

Donde: Sig.: $p < 0.01a$; $p < 0.05b$, $p < 0.1c$; R (coeficientes de determinación: R , R^2 , y R corregido o ajustado); ANOVA (estadísticos F, T y Sig.). El estadístico Durbin-Watson (DW) es siempre inferior a 2.5, por ello los residuos son independientes.

CONCLUSIONES

La EC es un nuevo modelo económico que surge como alternativa al que actualmente está vigente y causa gran cantidad de problemas medioambientales que son perjudiciales tanto para la fauna como para la flora del planeta. Es por esto, por lo que urge realizar un cambio hacia una economía más sostenible, regene-

TABLA 2
ANÁLISIS DE REGRESIÓN LINEAL (RL)

	R	R2	R ajustada	Durbin-Watson (DW)	Error estándar de la estimación	ANOVA (F)	Constante		Coeficientes Estandarizados (Beta)	Test T (Sig)	
							Coeficientes no Estandar (Beta)	Test T (Sig)			
RL1	,517a	,267	,084	1,791	,95897	1,456	2,493	1,770c			
	Variable Dependiente: Resultados de la EC (Materiales reciclados y desempeño de las firmas)										
	Reutilizar los residuos									,427	1,905c
	Prácticas perjudiciales medio ambiente									-,311	-1,051
	Emisiones a la atmósfera tanto en el transporte como en el proceso de fabricación									,320	1,357
	Reducción del consumo de agua y energía									-,154	-,560
RL2	,560a	,313	,268	2,271	,82706	6,843c	1,672	2,369b	RL2		
	Reutilizar residuos									,485	2,616b
RL3	,651a	,423	,366	1,729	,51875	7,341b	2,187	3,495b	RL3		
	Reutilizar residuos									,439	2,709b
RL4	,561a	,315	,279	2,029	,788	8,743a	4,944	9,409a	RL4		
	Formación en materia de EC									-1,028	2,957a

Fuente: Elaboración propia

rativa, restaurativa y de bajo impacto medioambiental. Su principal objetivo es mantener el mayor tiempo posible el producto y los recursos en un ciclo continuo de la cadena de valor para que en ningún momento se derrochen elementos a los que podría dárseles una nueva vida. En ese sentido, concluimos que la EC abarca una múltiple variedad de medidas que la sostiene, no sólo el proceso de reciclaje, sino otras como la reutilización de residuos, prácticas perjudiciales, el consumo de agua y de energía, el control de las emisiones, la formación en materia de EC, la buena gestión de los residuos plásticos que se generan y la gestión de los embalajes. En cuanto a los beneficios que este modelo de EC nos proporciona, no sólo podemos encontrar las múltiples ventajas ya mencionadas que causa en el medio ambiente, sino también la repercusión que tiene en el ámbito económico a largo plazo, así como la reducción en costes de materiales. Lo hemos podido comprobar en el estudio efectuado para el proyecto IDIES, en 21 Pymes de la Región de Murcia; donde las firmas introducían mejoras progresivas en los sistemas de producción y valorización de sus residuos. Desde este punto de vista, comenzando con la aplicación de los principios de la circularidad, positivamente se puede incidir en un ahorro de los recursos, reduciendo el uso especialmente de los no renovables para una óptima gestión ambiental y como medida de sostenibilidad. Finalmente, pensamos que cada acción sostenible que aporta una compañía es un paso más para conseguir la transformación hacia un nuevo modelo económico

que el planeta precisa, apoyado en los principios de circularidad (EC).

AGRADECIMIENTOS ↓

Nos gustaría agradecer al proyecto IDIES 2019/2020, a sus coordinadores, la Jefatura de Estudios del IES Ruiz de Alda en San Javier y a la Unidad de Divulgación Científica y Tecnológica de la Universidad Politécnica de Cartagena, por brindarnos la oportunidad de investigar sobre este innovador modelo económico y a su vez, dar las gracias a todas las empresas que respondieron a la encuesta ya que nos permitieron hacer un pequeño estudio del comportamiento circular de la Región de Murcia.

REFERENCIAS ↓

- Cerdá, E. & Khalilova, A., 2019 / [30/01/2020], EC, [en línea], *Economía Industrial*, 401, 11-19, 0422-2784, <<https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/401/CERD%C3%81%20y%20KHALILOVA.pdf>>
- Ellen MacArthur Foundation, 2017 / [21/11/2019], EC, ellenmacarthurfoundation.org, [en línea], <<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/es/economia-circular/principios>>
- Espaliat, M., 01/12/2018 / [24/02/2020], *Ventajas y beneficios de la EC: ventajas ambientales.*, Hacia un mundo sostenible, [en línea], <<https://www.prevencionintegral.com/>>

comunidad/blog/hacia-mundo-sostenible/2018/11/26/ventajas-beneficios-economia-circular-

Meherishi, L., Narayana, S.A. & Ranjani, K.S., 16-7-19 / [16-01-2020], Sustainable packaging for supply chain management in the circular economy, *Journal of cleaner production*, [en línea], 237, 1-23, 0959-6526, <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652619323960>>

Molina-Moreno, V., Núñez-Cacho, P. & Gálvez, F., 2019 / [24/10/19], Transición hacia la EC y sostenibilidad de la industria de defensa, estudio de los casos de Navantia y Airbus Military, [en línea], *Economía Industrial*, 412, 149-155, 0422-2784, <<https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/412/MOLINA,%20N%C3%A9%20y%20G%C3%81LVEZ.pdf>>

Pieroni, M., McAloone, T.C., & Pigosso, D., 2019, / [19-02-2020], Business model innovation for circular economy: in-

tegrating literature and practice into a conceptual process model, *ICED 19*, [en línea], Delft, The Netherlands, 2517-2526, <10.1017/dsi.2019.258>

Trias Pintó, C., García Corrales, C. y Cedeño, G., 2019 / [11-03-2020], *Viaje a la EC.*, (Ilustrador: Joaquín González Dorao), [en línea], Madrid, España, ADICAE, 37 pp, Z 2145-2019, <http://publicaciones.adicae.net/turnjs4/slider.php?file=397&total_images=1&id=1015&pdf=http://publicaciones.adicae.net/publicaciones/descarga.php?art=1015&title=Libros%20y%20estudios%20%C3%A9nicos%20278&url=http://laeconomiadelosconsumidores.adicae.net:443/catalogo.php?mode=vlist&pub=278&cat=27#pages/397/8>

Saidani, M., Yannou, B., Leroy, Y., Cluzel, F. & Kendall, A., 2019 / [16-01-2020], A taxonomy of circular economy indicators, *Journal of cleaner production*, [en línea], 207, 542-559, 0959-6526, <<https://arxiv.org/abs/1901.02709v1>>