



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Departamento de
Proyectos de Ingeniería

ECONOMÍA CIRCULAR Y EL PAPEL DE LA INNOVACIÓN

Autor: Yian Ke

Tutor: Fernando Jimenez Sáez

Trabajo Fin de Máster presentado en el Departamento de Ingeniería Electrónica de la Universitat Politècnica de València para la obtención del Título de Máster en Estudios de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación.

Curso 2019-20

Valencia, septiembre de 2020

Resumen

Con el impacto cada vez más obvio de la producción y el consumo lineales en el medio ambiente y la gran atención de la gente a los problemas ecológicos, de recursos y ambientales provocados por el desarrollo económico, Economía Circular (EC) se ha convertido en un nuevo intento en la teoría y la práctica. La esencia de la EC es lograr los mayores beneficios de desarrollo con el menor consumo de recursos y costos ambientales posibles. Es un desafío severo para los conceptos de desarrollo tradicionales, los modelos económicos y las bases económicas.

Al mismo tiempo, debido a que no se trata solo de un simple problema económico, también se relaciona con una serie de cuestiones ecológicas y sociológicas, tales como: justicia social, distribución de la riqueza, crecimiento poblacional, calentamiento climático, etc. Estos problemas no son solo las razones del surgimiento de la EC, sino también los problemas prácticos que toda la humanidad debe resolver mediante la construcción de la EC.

En este artículo, primero ofreceré una visión general intermitente de la historia del desarrollo de la EC y las principales teorías, y luego analizaré sus diversos fundamentos teóricos (Economía ecológica, filosofía y sociología) para demostrar que su cobertura no se limita a la economía y El desarrollo científico y tecnológico.

Finalmente, usaré un ejemplo de la práctica china de ideas y modelos de EC para demostrar más específicamente que la EC es un medio necesario para garantizar la sostenibilidad de la economía, la sociedad y el medio ambiente regionales, y también es la opción de supervivencia futura de toda la humanidad.

Palabras claves: *Economía circular; innovación; base teórico; práctica.*

With the increasingly obvious impact of linear production and consumption processes on the environment and people's attention to ecological, resource and environmental issues brought about by economic development, Economía Circular (EC) has become a new attempt in theory and practice. The essence of EC is to achieve the greatest development benefits with as little resource consumption and environmental costs as possible. It is a severe challenge to traditional development concepts, economic models and economic foundations.

At the same time, because this is not just a simple economic problem, it is also related to a series of ecological and sociological issues, such as: social justice, wealth distribution, population growth, climate warming, and so on. These problems are not only the reasons for the emergence of EC, but also the practical problems that all mankind needs to solve by constructing EC.

In this article, I will first give an intermittent overview of EC's development history and main theories, and then analyze its diverse theoretical foundations (ecological economics, philosophy, and sociology) to prove that its coverage is not limited to economics and Technology development.

Finally, I will use an example of China's practice of EC ideas and models to prove more specifically that EC is a necessary means to ensure the sustainability of the regional economy, society and environment, and is also the future survival choice of all mankind.

Key words: *Circular economy; innovation; theoretical basis; practice.*

1. Introducción

Con el establecimiento de los objetivos mundiales de desarrollo sostenible para 2030 por parte de las Naciones Unidas y la adopción de un acuerdo mundial para abordar el cambio climático en la Conferencia de París, el desarrollo de la Economía Circular (EC) en todo el mundo ha atraído la atención. Junto con *Low Carbon Economy*¹, se ha convertido en los dos pilares de *Green Economy*² y se ha convertido en la teoría y la política principales. Su desarrollo se puede dividir aproximadamente en tres etapas:

La primera etapa es la exploración preliminar de los pensamientos en ciernes. En 1966, *The Economics of the Coming Spaceship Earth* de Kenneth E. Boulding fue el origen reconocido de la idea de la EC. En su opinión, la Tierra es como una nave espacial en el universo. El crecimiento desordenado de la economía agotará sus limitados recursos, y los desechos vertidos del proceso de producción y consumo también contaminarán la nave espacial y envenenarán a los pasajeros que la transporten. Y como resultado, el sistema de vida de la nave espacial se destruirá. Para evitar esta tragedia, los humanos deben cambiar el modo económico lineal, aprender del ecosistema natural y reemplazar la economía lineal por la EC.

Posteriormente, en 1990, los economistas británicos Pearce y Turner propusieron el concepto de EC para distinguirlo de *Garbage Economy*, aunque no explicaron específicamente la diferencia entre los dos.

Luego llega la segunda etapa de investigación divergente y expresión del modelo teórico. En 1992, la ONU aprobó en Río de Janeiro el *Programa 21*³. La humanidad se dio cuenta de que el límite físico del crecimiento económico era una realidad objetiva, y su contramedida efectiva fue la transformación del modelo de crecimiento económico. Por lo tanto, la sociedad comenzó a pensar en cómo reemplazar la *Cowboy Economy*⁴ por un modelo de EC desde la perspectiva del tiempo. Las teorías representativas incluyen el "*Performance Economy*" (Walter, 1981: 116) propuesta por Stahel y "*Cradle to Cradle*" propuesta por Michel y Bill (Braugart y MaDonough, 2002) y "*Blue Economy*" de Gunter (Pauli, 2014).

Y la principal motivación para entrar en la tercera fase es la Fundación Ellen MacArthur (EMF).

Por un lado, desde una perspectiva teórica, EMF integra las diversas ideas, escuelas y modelos de EC hasta ahora en una teoría sistemática para mejorar su contenido científico; Por otro lado, desde una perspectiva práctica, EMF coopera con McKinsey & Company y Accenture a realizar actividades de selección y constituir un consejo para hacer de la EC una realidad y tendencia a nivel de microempresas.

¹ **Low Carbon Economy (LCE)**: Economía baja en carbono en español. El gobierno británico propuso por primera vez este concepto en el Energy White Paper, que se refiere a la mejora de los niveles de vida y la calidad de las personas a través de una mayor eficiencia en la utilización de recursos (Departamento de Comercio e Industria de UK, 2003).

² **Green Economy**: Se refiere a una nueva forma económica orientada al mercado, basada en la economía industrial tradicional y desarrollada con el propósito de lograr la armonía entre la economía y el medio ambiente (Pearce, 1989).

³ **Programa 21**: Es un acuerdo que identifica las acciones específicas para promover el desarrollo sostenible desde perspectivas sociales, económicas, administrativas, culturales y demográficas.

⁴ **Cowboy Economy**: En comparación con "*Spaceman*" *Ecnomy* que es una economía cerrada, el "Cowboy" es un símbolo de las llanuras ilimitadas y también se asocia con un comportamiento imprudente, explotador, romántico y violento ..., y el "Cowboy Economy" anima a la gente a consumir tanto como sea posible (Boulding, 1966).

En EC, hay un principio muy importante: el principio de las 3R.

En la práctica, este principio se utiliza para mejorar la cadena de valor del producto, que ha sido ampliamente estudiado en campos de investigación como la economía ecológica y la ecología industrial. Las estrategias circulares van desde expandir y / o mejorar el uso de productos (bienes y servicios) hasta reciclar materiales e incluso la minería de vertederos.

Además, este modelo también puede transformar y construir un nuevo sistema económico nacional, que no solo mejora la eficiencia de la utilización de los recursos, ahorra recursos, reduce los costos de producción y mejora los beneficios económicos integrales, sino que también mejora eficazmente el entorno ecológico. El reciclaje de una gran cantidad de desechos no solo resuelve el problema de reciclar una recursos no renovables, sino que también crea nuevos puntos de crecimiento económico y nuevos puestos de trabajo.

El principio de las 3R como concepto y modelo se extiende desde el campo de la producción hasta los campos de la construcción, la circulación y el consumo. Por primera vez en la historia de la humanidad, existe un modelo de desarrollo económico que combina orgánicamente el crecimiento económico con la protección del medio ambiente y la conservación de los recursos, de manera que el desarrollo sostenido ha pasado del concepto a la realidad.

2. Bases teóricas

2.1. Base de filosofía

Commoner presentó las cuatro leyes de la ecología en su obra *The closing circle*, revelando los principios básicos de la economía circular desde un punto de vista filosófico:

① *“Everything is connected to everything else”* (Todo está conectado con todo lo demás)

Ésta es también la visión universal de los principios de la filosofía marxista. La economía industrial tradicional es una economía lineal con un flujo unidireccional de “recursos—productos—descarga de contaminación”, es decir, es un movimiento de convertir continuamente los recursos en basura y un crecimiento económico cuantitativo a través del costo natural del crecimiento inverso.

Por el contrario, la CE es una economía material de ciclo cerrado y móvil. Aboga por un modelo de desarrollo económico armonioso, porque requiere actividades económicas para formar un proceso de retroalimentación de “recursos—productos—recursos renovables”. Todos los materiales y la energía deben ser utilizado de forma razonable y duradera en este ciclo económico. Como este modelo tiene plenamente en cuenta la conexión general de cada vínculo en la producción industrial, así como la conexión entre la producción industrial y el entorno ecológico natural, refleja un punto de vista filosófico universalmente conectado.

② *“Everything must go somewhere”* (Todo debe ir a alguna parte)

Esta ley enfatiza que no hay "desperdicio" en la naturaleza. En la situación de actividades económicas, recuerda a los seres humanos que no importa si es un

producto recién creado o ya ha convertido en un residuo o en un recurso renovable, debe tener un destino.

La economía industrial tradicional solo considera la fuente de recursos, el proceso de producción y los beneficios, pero no considera el destino de los “desperdicios” que pueden dar daño a la ecología natural, es decir *“una gran cantidad de materia se vuelve superflua en la tierra y se acumula en lugares que no le pertenecen”* (Commoner, 1997: 31-32). El principio de las 3R en EC es resolver este problema.

③ *“Nature knows best” (La naturaleza sabe más)*

Esta ley enfatiza las leyes ecológicas de autoorganización, autoevolución y autorregulación en la naturaleza. Los ecosistemas naturales tienen leyes ecológicas inherentes al proceso de evolución a largo plazo, que restringen los diversos elementos del ecosistema, incluidas las actividades humanas. Engels también creía que los seres humanos no deben violar las leyes de la dialéctica natural, ni

“dominar el mundo natural como un conquistador gobernado por extraterrestres, ni dominar el mundo natural como una persona que se encuentra fuera del mundo natural, porque nosotros junto con nuestra carne, sangre y la mente pertenecen y existen en el mundo natural” (Engels, 2017).

④ *“Here is no such thing as a free lunch”* (Aquí no hay tal cosa como un almuerzo gratis)

Cualquier producción tiene un precio. Las actividades económicas humanas pueden satisfacer las necesidades de supervivencia y desarrollo humanos, pero al mismo tiempo causarán inevitablemente daños ecológicos. Las actividades económicas industriales tradicionales a menudo solo consideran la maximización de los beneficios económicos e ignoran los costos ecológicos a largo plazo. La economía circular hace hincapié en que la obtención de beneficios económicos debe basarse en minimizar los daños naturales, y deben prohibirse las actividades económicas que cuestan más que los beneficios económicos.

2.2. Base de economía ecológica

La equidad y la eficiencia son las dos metas más básicas del desarrollo económico, que reflejan esencialmente los requisitos objetivos de la distribución social y la configuración económica (Okun, 1975). Desde la década de 1980, economistas ecológicos como Balding, Logan y Daley han abogado por el desarrollo económico en condiciones de escala estable. Creen que cuando comenzó el movimiento de industrialización en el siglo XVIII, los recursos escasos eran principalmente capital humano y el capital creado por el hombre, mientras que el capital natural no era escaso. Pero hoy en día, lo que restringe la prosperidad humana es la falta de capital natural, incluidos los recursos naturales y las capacidades ecológicas.

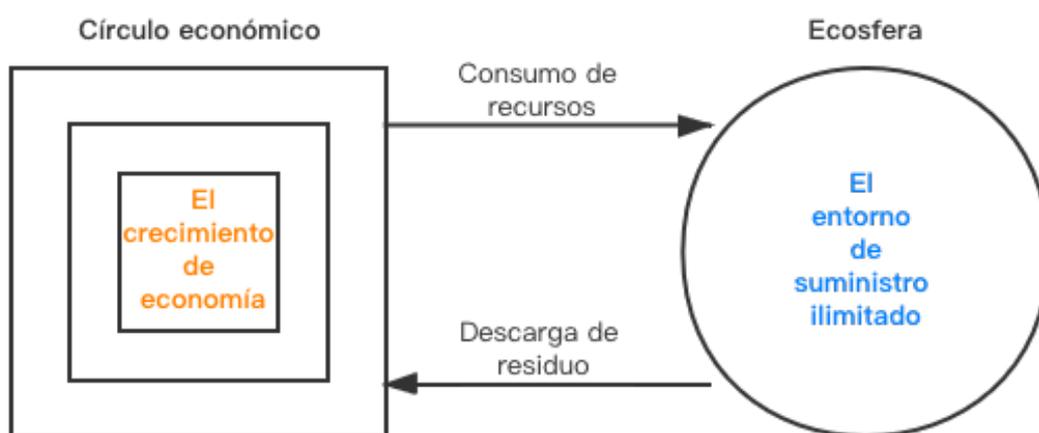
En otras palabras, 200 años después de la industrialización, aunque los principios básicos de la economía dominante siguen siendo correctos, los escasos recursos a asignar han cambiado. Este cambio requiere que el concepto de “escala” se incorpore al alcance del pensamiento económico, y el enfoque del desarrollo económico cambiará de la cantidad a la calidad (Daly, 2001: 68). Daly cree que hay tres

cuestiones principales relacionadas con la escala: la de límite (la economía es un subsistema ecológico), la de sustitución (suplemento y sustitución de capital) y la de escasez (del "mundo vacío" al "mundo lleno") (Daly, 2001: 63-73).

Desde un punto de vista diferente, hay tres puntos de vista distintas: Los economistas tradicionales están preocupados por el *Economic Imperialism*⁵, los ecologistas tradicionales abogan por el *Ecological reductionism*⁶ y los ecologistas enfatizan el *Steady-state subsystem*⁷. La economía ecológica, que es la base de la teoría de la economía circular, es obviamente diferente de la economía convencional en términos de escala, eficiencia y equidad.

En primer lugar, en el tema de la escala, la economía dominante cree que el requisito previo para el crecimiento económico son estar separado de los recursos y el medio ambiente y no estar sujeto a restricciones ecológicas, y la escala material puede expandirse indefinidamente. La economía ecológica cree que el buen desarrollo debe ser el aumento continuo del bienestar social bajo una cierta escala ecológica, es decir, un desarrollo limitado.

Figura 1
Modelo de economía tradicional



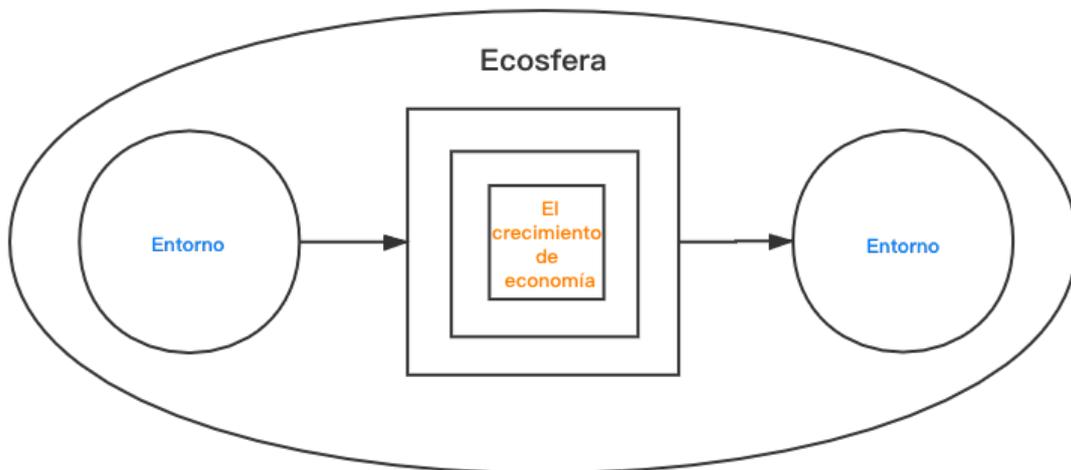
Fuente: Elaboración propia

⁵ **Economic Imperialism:** Es el análisis económico de los aspectos no económicos de la vida, como el crimen, la ley, la familia, los prejuicios, los gustos, el comportamiento irracional, la política, la sociología, la cultura, la religión, la guerra, la ciencia y la investigación. Uso relacionado del término se remonta a la década de 1930.

⁶ **Ecological reductionism:** Una escuela de estudio que descompone los diversos organismos del ecosistema y su entorno circundante en las unidades más pequeñas y separadas.

⁷ **Steady-state Subsystem:** Desde la década de 1970, el concepto se ha relacionado principalmente con el trabajo de Daly. Dado que el concepto de estado estable de Daley incluye un análisis ecológico del flujo de recursos naturales en la economía, es diferente del concepto clásico original de estado estable. Otra diferencia es que Daley recomienda una acción política inmediata para establecer una economía estable imponiendo restricciones gubernamentales permanentes sobre el uso de todos los recursos, mientras que los economistas clásicos creían que el estado estable final de cualquier economía no necesita la intervención del gobierno.

Figura 2
Modelo de Economía Ecológica



Fuente: Elaboración propia

En segundo lugar, en términos de eficiencia, la economía dominante enfatiza la mejora de la productividad laboral y del capital, mientras que la economía ecológica enfatiza la mejora de la productividad de los recursos como la tierra, la energía, el agua y los recursos naturales raros.

Durante mucho tiempo, los economistas han tratado de explicar el crecimiento económico en términos de funciones de producción, como $Y = f(L, K, N)$, donde "L" representa el impacto del trabajo en el crecimiento económico, "K" representa el impacto del capital en el crecimiento económico y "N" representa el impacto de recursos naturales en el crecimiento económico (Solow, 1988). Se puede obtener una derivación en ambos lados de la fórmula: $Y_l' = dy/dl$, que significa productividad laboral; $Y_k' = dy / dk$, que significa productividad del capital; $Y_n' = dy / dn$, que significa productividad de recursos. Y el crecimiento económico depende de estos tres tipos de eficacia.

Robert señaló que una de las deficiencias del modelo de crecimiento de Solow⁸ que no puede reflejar con precisión el papel de la energía y los recursos naturales (Ayres, 2001: 312-316). Cuando el capital natural reemplaza al capital creado por el hombre como factor restrictivo de la escasez, el crecimiento económico requiere un cambio de centrarse en la eficiencia tradicional, como la productividad laboral y del capital, a centrarse en la productividad de los recursos o la eficiencia ecológica, es decir, la relación entre el valor del desarrollo económico y social (como el PIB total) y la cantidad física de recursos y el consumo ambiental (Zhu, 2010: 67-74).

Esta fórmula revela la relación de separación entre el crecimiento económico y la presión ambiental que genera, pero la evaluación de la economía circular no es un indicador de desarrollo separado, sino integrado, incluyendo el consumo total de

⁸ **Modelo de crecimiento de Solow:** También se llama Teoría neoclásica del crecimiento. Por un lado, se considera el desarrollo de tecnología como un determinante del crecimiento económico y, por otro lado, se asume que el progreso tecnológico es una variable exógena y excluida de la consideración, lo que imposibilita la explicación de algunos hechos importantes del crecimiento, como diferencias generalizadas en las tasas de crecimiento entre países, que limitan enormemente el poder explicativo y la aplicabilidad del modelo.

material en la entrada, el grado de circulación de material en el proceso de producción y uso y el vertido total de residuos en el extremo de salida. Así pueden introducir además un indicador estrechamente relacionado con la productividad del recurso, es decir el *Energy Consumption per Unit of GDP* o sea *Energy Intensity*⁹ (Martínez, 2018: 1-33). El indicador puede calcular específicamente la productividad de los recursos de países como (Tao, 2003: 110-111):

Tabla 1
Productividad de recursos en 2003 (USD / tonelada)

Japón	Austria	Holanda	Alemania	Los EE.UU.	China
746,3	374,5	363,6	337,8	381,7	19,6

Fuente: Statista

En tercer lugar, sobre el tema de la equidad, la economía dominante no considera las diferencias en la distribución social del capital natural, mientras que la economía ecológica enfatiza que bajo la condición de una cierta escala ecológica, la distribución material debería fluir de la parte sobreocupada a la parte infraocupada, así se forma una sociedad justa donde todos poseen un estado de vida de suficiente escala.

Para los países desarrollados, se han satisfecho sus necesidades básicas de desarrollo, mientras que los países en desarrollo aún se esfuerzan por satisfacer dichas necesidades básicas. Para lograr la justicia, estos dos tipos de países deben adoptar diferentes políticas de gobernanza: Los desarrollados deben enfocarse en mejorar y mantener la eficiencia mientras estabilizan la escala material, es decir, la desmaterialización absoluta. Mientras que Los países en desarrollo deben enfocarse en mejorar la eficiencia ecológica mientras expanden la escala material, o sea la desmaterialización relativa¹⁰.

3. La relación entre Economía Circular y la innovación

3.1. Innovación de tecnología

Generalmente la innovación tecnológica tiene tres puntos clave: producción más limpia, eliminación de residuos y fabricación ágil. Y para lograr estas tres objetivos, hacen falta las técnicas de producción y de información.

Dentro de la técnica de producción están las tecnologías de producción limpia, incluyendo ahorro de recursos y tecnologías alternativas, uso en cascada de energía (Akisawa, 1999: 561-578) y materiales de base biológica, robot, etc. También se utiliza mucho la tecnología inofensiva al ambiente. Además, existen tecnologías de reciclaje de residuos. Cuando un producto ingresa al mercado de consumo, una vez que pierde valor práctico, se convierte en desperdicio. Y el desperdicio en el campo del consumo

⁹ *Energy Consumption per Unit of GDP (Energy Intensity)*: Consumo de energía por unidad de PIB (Intensidad Energética).

¹⁰ *Dematerialization*: En 1972, el Club de Roma en su informe *The Limits to Growth* (Los límites del Crecimiento) predijo un aumento constante de la demanda de material a medida que crecían las economías y la población. El informe predijo que la demanda de recursos en constante aumento eventualmente conduciría a un colapso económico abrupto.

social es más complejo que es lo en el proceso productivo, no solo tiene fuentes variados y una gran cantidad, sino también una amplia variedad de tipos. El entierro y la incineración tradicionales no pueden eliminar la contaminación de la fuente, pero causarán mayores peligros ambientales. Por lo tanto, desde la perspectiva de la CE, se necesita una red de reciclaje de desechos (Zhang, 1998: 49-51). Cuando es inevitable producir residuos, la empresa debe analizar si se puede utilizarlos en una nueva producción, o si se puede desinfectar y estabilizar mediante métodos físicos, químicos y biológicos para lograr el propósito de reducir la contaminación ambiental. Los principales métodos de esta tecnología incluyen la incineración de basura, el compostaje, el relleno sanitario, etc.

En el proceso de la práctica de la CE, debido al proteccionismo local de la descarga de desechos, la desconexión del desarrollo de tecnología y la producción y el sistema legal poco sólido, existe la asimetría de información entre todas las partes. Por tanto, se debe construir un sistema de información integral al mismo tiempo que la innovación tecnológica de producción. Los sistemas de información en circulación pueden ayudar a la gestión interna y al macrocontrol de las empresas, realizar una asignación unificada de recursos, optimizar el diseño de la producción y seleccionar tecnologías industriales de forma racional. En resumen, la tecnología de la información proporciona soporte de análisis científico cualitativo y cuantitativo para el mecanismo de equilibrio de la CE, ayudando a construir parques ecoindustriales, redes de simbiosis industrial y cadena de suministro verde (Lowe, 2001).

Las tecnologías de información más utilizadas en la ecoindustria incluyen Big-data y Almacenamiento en nube. Por ejemplo, la plataforma Rubicon conecta a los generadores de residuos con redes independientes de transporte de residuos en 20 países, incluidos Estados Unidos y Canadá. Esto puede aumentar la tasa de transferencia de los rellenos sanitarios, la reutilización creativa de residuos, optimizar las rutas de los camiones y realizar un análisis detallado de los datos de residuos (Lacy, 2017).

Basado en el análisis y resumen de las tecnologías existentes mencionadas anteriormente, creo que el sistema de tecnología EC ideal, completo y eficiente es el siguiente:

Figura 4
Modelo ideal de sistema tecnológico



Fuente: Elaboración propia

3.2. Innovación de modelo innovador de negocio

La innovación dentro de la empresa se puede dividir en tres niveles, desde la innovación ideológica más profunda hasta la práctica que es más superficial.

El primero es la innovación de conceptos de gestión estratégica, que incluye dos aspectos:

Por un lado son las nuevas vistas de valores e intereses, por ejemplo considerar la protección ambiental como la premisa de maximización de beneficio económico, considerar los recursos como parte del ecosistema que necesita ser protegido y tener en cuenta la tolerancia de la naturaleza al consumo humano. En resumen, como se he mencionado en el artículo anterior, las operaciones comerciales deben incluirse en el ecosistema. Sobre esta base, los beneficios ya no se limitan al nivel micro de una determinada empresa, sino que se expanden al nivel macro de toda la sociedad (Bakker, 2014).

Por otro lado está el nuevo concepto de gobernanza. De acuerdo con la diferencia entre la economía circular y la economía tradicional que analizamos anteriormente, las empresas no deben lidiar con la contaminación después de que se genera, sino que deben prestar más atención al control de las fuentes de contaminación en la estrategia y evaluar y valorar la eficiencia de la gobernanza de manera oportuna.

El segundo nivel es la innovación del posicionamiento objetivo. En mi opinión, el modelo de EC requiere la implementación de tres evaluaciones de desempeño financiero, ecológico y social: la evaluación del desempeño financiero depende de crecimiento económico; el ecológico se basa en el desarrollo sustentable de las empresas, según el "*Combinación de Indicadores de Gestión Ambiental Corporativa e Indicadores de Desempeño Financiero*" publicado por Intergovernmental Working Group of Experts on International Standards, eficiencia ecológica = indicadores de desempeño ambiental y financiero, el desempeño social es la evaluación del desarrollo armonioso (Segnestam, 1999: 27-29). Los tres se encuentran en un estado de oposición a corto plazo, pero a largo plazo, los tres están unificados entre sí y son una manifestación de desarrollo estable a largo plazo.

Con base en la innovación al nivel ideológico, la evaluación del desempeño, que juega un papel importante en la gestión de recursos humanos organizacionales, también debe reformarse (Boswell, 2002: 391-412), y debe seguir principios de relevancia, integralidad, importancia y costo-efectividad (Zhang Rui, 2002).

Desde la perspectiva de pertinencia, con la sustitución de los modelos económicos, los requisitos de innovación aumentan constantemente. Hasta ahora, se requiere acelerar la conversión de la ciencia y la tecnología a la productividad bajo las crecientes limitaciones ecológicas. El mantenimiento del entorno ecológico proporciona un amplio espacio para la innovación y una garantía ambiental para el mantenimiento y desarrollo de la competitividad central de las empresas. Por lo tanto, la evaluación del desempeño debe centrarse en la innovación tecnológica ecológica empresarial y la competitividad central.

Desde la perspectiva de exhaustividad, el sistema debe poder llevar a cabo una evaluación integral, sistemática e interconectada del desempeño de la estrategia circular de la empresa, incluyendo la conservación de recursos, el control de la contaminación, el reciclaje de residuos y la eficiencia en la gestión, clientes, recursos humanos y finanzas.

El principio de importancia pide las empresas aumentar el peso del contenido importante en la evaluación del desempeño. Bajo la guía del modelo de desarrollo de la CE basado en el principio de las 3R, la utilización de los recursos y la eficiencia del

control de la contaminación constituyen dos aspectos más determinantes de la evaluación de la estrategia del ciclo corporativo.

Al mismo tiempo, aunque el modelo económico ha cambiado, los objetivos de beneficios de la empresa se mantienen sin cambios. La búsqueda de resultados financieros por parte de las empresas siempre ha sido una fuerza impulsora importante para el desarrollo social y económico. Esto también identifica que la evaluación del desempeño comercial de la estrategia de EC aún debe basarse en el desempeño financiero, de lo contrario se convertirá en una beneficiencia.

3.3. Innovación institucional

La nueva economía institucional cree que las instituciones necesitan reglas del mercado y mecanismos de implementación (Williamson, 2000: 595-613), como derechos de propiedad, regulación del mercado, incentivos económicos y servicios ambientales. En el campo del medio ambiente y la ecología, cuando los derechos de propiedad no están claramente definidos, la propiedad puede ser violada o destruida, como pastizales que han sufrido un pastoreo excesivo en la "*tragedia de los comunes*" (Hardin, 1968). Por tanto, la clave para solucionar el problema radica en un arreglo institucional positivo de derechos públicos.

Por supuesto, para asegurar la eficiencia de estas políticas, deben transformar fundamentalmente la comprensión de la sociedad en su conjunto, es decir, a través de la innovación del sistema cultural y educativo, dejar que el concepto de modernización ecológica se integre en la vida cotidiana de las personas y dejar que "*la innovación y la gestión técnica es la garantía para el desarrollo coordinado de la economía y el medio ambiente*" convertirse en el consenso de la ciudadanía.

3.3.1. Sistema legal y administrativo

En una economía circular, el gobierno considera los problemas desde la perspectiva de los beneficios sociales y ambientales, y trata de regular y arbitrar las actividades económicas. Para las empresas que siempre apuntan a maximizar las ganancias (Bylund, 2014: 305-329), la EC significa aumentar la inversión y los costos de producción y operación para garantizar la eficiencia en la utilización de recursos y reducir la contaminación. La inconsistencia de los dos objetivos se ha convertido en un obstáculo para la implementación de la EC, por lo que el gobierno debe optimizar la estructura de costos de las empresas a través de la innovación institucional, para que la CE pueda pasar de la presión externa a la conciencia y promover un desarrollo saludable.

Las instituciones se pueden dividir en categorías formales e informales (North, 1990). Los sistemas formales a nivel gubernamental (legal, financiero, de precios, fiscal y tributario) juegan un papel directo, como proporcionar subsidios financieros e incentivos tributarios para reducir el financiamiento corporativo y los costos tributarios. Los informales crean indirectamente una buena atmósfera estable y duradera con efectos a largo plazo.

Por ejemplo, la UE y sus estados miembros han formulado los siguientes sistemas legales básicos para la economía circular que están conectados entre sí:

- Sistema para inhibir la formación de desechos: La *Ley de Economía Circular y Eliminación de Desechos* de Alemania de 1994 estipuló ocho conjuntos de normas de desechos inutilizables para inhibir su generación (Mulloy, 2001: 223).

- Sistema de inventario circular que incluye dos tipos de listas: reciclaje obligatorio y voluntario. La de reciclaje obligatorio generalmente estipula el alcance de las personas responsables y los tipos de productos o materiales de reutilización, recuperación o reciclaje. La UE ha aprobado algunas directivas especiales que exigen que algunos países adopten medidas de reciclaje para desechos específicos, por ejemplo las directivas sobre envasado y descarte en 1994 (94/62) se aplican a todos los envases almacenados en el mercado europeo (Jans, 2000).
- Sistema de objetivo circular. Por ejemplo, la Directiva de 1994 de la UE sobre envasado y eliminación (94/62) señaló que la reutilización, el reciclaje o la regeneración de los residuos de envases se considera un elemento básico adicional. En principio dicha directiva requiere que dentro de los 5 años posteriores a su implementación, se debe reciclar del 50-65% del peso total de los residuos de envases, y el material de embalaje que contiene el 25-45% del peso total de los residuos de envases se debe reciclar al menos el 15% (Jans , 2000).
- Procedimientos de ciclo y sistemas de demostración: Los procedimientos de reutilización irrazonables a menudo dan lugar a diferentes consecuencias económicas y ambientales. Por esta razón, algunos países otorgan gran importancia a la formulación de procedimientos de reciclaje. Por ejemplo, la *Ley de Prevención y Gestión de Desechos* de Luxemburgo de 1994 estipula que los diferentes tipos de desechos deben almacenarse o apilarse por separado (Koeman, 1999: 403).
- Normas y orientación técnicas: A menudo existen riesgos de contaminación ambiental secundaria y daño ecológico cuando se implementa el principio de las 3R. Por lo tanto, este sistema debe formularse para eliminar tecnologías, procesos y equipos obsoletos. Por ejemplo, la *Ley de Economía Circular y Eliminación de Residuos* de 1994 de Alemania estipula que se debe utilizar la mejor tecnología disponible en el tratamiento, regeneración y reciclaje de residuos, etc. (Mulloy, 2001: 224).
- Obligaciones legales y sistema de responsabilidad: El desarrollo de la economía circular es inseparable de la participación de toda la sociedad. Por ejemplo, la Sección 93/94 de la *Ley de Medio Ambiente* de 1995 en el Reino Unido estipula:

"A fin de promover o garantizar la reutilización, la recuperación o el reciclaje de productos o materiales aumentados, el Ministro de Estado puede adoptar disposiciones mediante reglamentos que impongan responsabilidades y obligaciones del productor al personal pertinente para los productos o materiales especificados. "(Kenji, 2003: 306)

- Sistema de apoyo gubernamental: Debido a la necesidad de gran cantidad de investigación científica y la inversión en la etapa inicial de economía circular, muchos proyectos son poco o incluso no rentables, por lo que es especialmente necesario enfatizar el papel de apoyo del gobierno. En la UE, este sistema se materializa principalmente en el apoyo de fondos especiales de protección ambiental, préstamos con descuento, reducciones de impuestos, y la asignación de indicadores de emisión total de contaminantes.
- Sistema de acceso al mercado y concesión de licencias: Específicamente, examinará si la inversión cumple con un cierto estándar de monto, si la tecnología y el equipo cumplen con las regulaciones nacionales y si los productos importados se pueden reutilizar o reciclar. Por ejemplo, la Directiva de 1975 de la Comunidad Europea sobre la eliminación de residuos requiere el establecimiento de un sistema

de requisitos de licencias completo (Krämer, 2000: 243). Este sistema ha sido ampliamente respondido por los estados miembros de la UE.

- Sistema de operación del mercado: Para resolver el problema de que a los fabricantes les resulta difícil cumplir con sus obligaciones de reciclaje a escala nacional, las organizaciones de autorregulación de la industria han establecido muchas empresas profesionales de reciclaje y reciclaje dentro del marco legal, como la empresa sueca de reciclaje de papel y cartón establecida en 1994.
- Sistema de estímulo económico: Se trata de un sistema complementario, que incluye principalmente licencias comerciales, devoluciones de depósitos, sostenimiento de precios, etc. Por ejemplo, para fomentar la reducción de la generación de desechos, el artículo 44 de la *Ley Ambiental de Dinamarca* de 1991 estipula que cualquier persona que genere desechos incluidos en los arreglos locales de recolección y transporte debe pagar una tarifa a la agencia ambiental que brinda el servicio (Basee, 2000: 112-113).

3.3.2. Sistema cultural y educativo

La economía circular es un tipo de actividad cultural en un sentido amplio, que necesita fundamentalmente establecer un sistema cultural-ético y un estilo de vida que se ajuste a la ética ecológica, y cambiar fundamentalmente los valores y estilos de vida de la indulgencia y el consumismo modernos. Esto requiere un sistema de educación ecológica estandarizado para cultivar personas con conceptos ecológicos y culturales.

Los puntos de vista básicos de la cultura racional de la civilización industrial moderna son la cosmovisión mecánica¹¹, la teoría antropocéntrica del sujeto-objeto y la teoría instrumental de usar todo en el mundo como herramientas (Toffler, 1994; Bacon, 2012). Sin embargo, la cultura ecológica considera al sistema ecológico como un sistema compuesto de la "trinidad" de naturaleza, sociedad y personas. En este sistema, la naturaleza no es un mero objeto o herramienta de conquista y transformación, sino un proceso de autoorganización y autoevolución. Se debe enfatizar la importancia de este último pensamiento en la educación de conocimientos generales.

Además, actualmente la sociedad tiene prejuicios contra los productos y el consumo de la economía circular, lo que genera costos de transacción excesivamente altos, un tamaño de mercado limitado y escasos beneficios económicos. Por lo tanto, para promover el desarrollo de la EC, es necesario cultivar la conciencia del consumo verde entre los residentes, restringir la circulación y el uso de productos de consumo desechables no esenciales, alentar a los residentes a viajar en verde y frenar el consumo excesivo notorio. Esta no es solo una formación cultural, sino también una educación ética.

4. La práctica de la economía circular: tomando como ejemplo la ciudad de Tangshan, China

¹¹ **Cosmovisión mecánica:** Newton demostró que las leyes del movimiento se aplican en todo el universo. Por tanto, todo está sujeto a las mismas leyes inmutables o a los mismos mecanismos. Entonces, en teoría, todos los cambios en la naturaleza se pueden calcular con precisión usando matemáticas. Esta teoría considera el mundo como una máquina sin considerar la energía individual.

4.1. Medidas específicas

Continuamente usaré Tangshan como ejemplo para actualizar la teoría a la práctica.

Tangshan es una base industrial química en el norte de China y una de las ciudades centrales del cinturón económico costero. Sus tres ventajas principales incluyen: Primero, abundantes recursos naturales. En la agricultura, hay un largo período libre de heladas y abundantes lluvias y sol. En términos de industria, la producción de minerales y energía en Tangshan es abundante. En segundo lugar, la ventaja de la ubicación es obvia, Tangshan está cerca de la capital y conectando el norte y el noreste de China. Tiene muchos puertos internacionales importantes. En tercer lugar, en los últimos años, la economía y la sociedad se han desarrollado rápidamente, el PIB total de 689.000 millones de yuanes en 2019 se encuentra entre los 29 primeros en China continental y el primero en la provincia de Hebei (NBSC, 2019).

Figura 5
Mapa geográfico de Tangshan



Fuente: China Daily

Aunque sus condiciones "innatas" son superiores, con el desarrollo de recursos a gran escala y a largo plazo, sus desventajas se exponen gradualmente. Por ejemplo, la extracción de carbón de alta intensidad a largo plazo ha provocado que el área minera se hunda y destruya la vegetación; Los desechos minerales sedimentaron el río y aumentaron la erosión del suelo; La contaminación por metales pesados en la tierra afectó a la industria de la cría. Y la estructura industrial ha estado dominada durante mucho tiempo por industrias pesadas, de las cuales más del 80% de la industria minera y de materias primas, la intensidad del consumo de recursos es extremadamente alta mientras que la tasa de utilización es baja. Al mismo tiempo, el nivel de las tecnologías relacionadas con las 3R está atrasado y la contaminación secundaria es grave. En conclusión, hay espacio para la optimización en toda la cadena industrial.

Con el fin de aprovechar al máximo sus ventajas para resolver el problema, la ciudad de Tangshan decidió establecer un ecosistema siguiendo el modelo de CE, más específicamente, para formar un sistema industrial centrado en las industrias pesada y química, un nuevo y moderno sistema industrial-agrícola y redes de reciclaje de los recursos renovables y sistemas de aprovechamiento integral que cubran la ciudad y el área del mar de Bohai, popularizando modelos de consumo verde.

En el proceso se siguen cuatro principios básicos: Primero, garantizar que las industrias del mismo tipo se reúnan adecuadamente para facilitar el tratamiento de desechos a gran escala y evitar la contaminación excesiva; Segundo, dar prioridad a las áreas con problemas de contaminación prominentes y gran potencial de utilización de recursos; Añadidamente, fomentar la participación de todas las personas y la última es insistir en la combinación de innovación en sistema, tecnología y educación.

En primer lugar, Tangshan ha reforzado la construcción de infraestructura de CE, como un sistema de desviación de aguas pluviales y aguas residuales, pequeñas instalaciones de tratamiento de aguas residuales y estaciones fijas de almacenamiento, clasificación y reciclaje de residuos en zonas pobladas.

Se han establecido 13 clusters industriales a nivel provincial y se han implementado estándares de acceso EC en las áreas. Al mismo tiempo, piden las grandes empresas a establecer un sistema interno de reciclaje de recursos mediante la actualización tecnológica y la mejora del nivel de gestión de la información, y desarrollar horizontalmente la cadena industrial; Para las empresas pequeñas, se requiere establecer consorcios de la CE con otras empresas, profundizar verticalmente en la profundidad de la industria y estar lo más especializado posible en una subdivisión.

Y con el fin de reducir la contaminación, garantizar la seguridad alimentaria y aumentar los ingresos de los agricultores, Tangshan ha establecido un parque de economía circular industrial-agrícola que ahorra agua y utiliza fertilizantes orgánicos y pesticidas orgánicos en lugar de pesticidas químicos para obtener biogás. Dicho parque ha derivado otras industrias de bioenergía, y ha desarrollado una EC agrícola moderna profesional y refinada.

Al mismo tiempo Tangshan Integra empresas dispersas de reciclaje y utilización de recursos de desechos a pequeña escala para que se concentren en las bases de desarrollo mineral, mejoren la tecnología y los grados de productos y eliminen la contaminación secundaria. Por ejemplo el Desmantelamiento y Base Integral de Procesamiento y Utilización de Automóviles Usados de Caofeidian, la base de reciclaje de papel usado de Qian'an y Guye. Al tiempo que proporcionan recursos renovables y alivian la presión ambiental, también pueden aumentar puestos de trabajo y promover el crecimiento económico.

Además, Tangshan ha mejorado las industrias de servicios relacionadas e implementar un sistema de circuito cerrado para asegurar el flujo de información de la economía. Estos incluyen servicios de consultoría técnica de la EC, servicios de información de mercado, servicios de innovación, gestión de riesgos de la EC, servicios de consultoría de políticas, etc.

Las anteriores son las principales medidas, mientras que el gobierno también ha diseñado una serie de medidas derivadas para asegurar la implementación de la CE.

En términos de organización y liderazgo, se estableció el Grupo Líder de Trabajo de Economía Circular de "Duodécimo Plan Quinquenal"¹² de la ciudad de Tangshan. Los miembros del equipo provienen de todos los niveles de las regiones administrativas y son responsables de investigar y formular los estándares de acceso para los parques industriales, establecer un sistema de evaluación de indicadores de la CE, y coordinarán y supervisarán según las condiciones específicas.

¹² **Duodécimo Plan Quinquenal:** China comenzó a formular su primer "plan quinquenal" en 1953, que es una parte importante del plan económico nacional a largo plazo de China. Se trata principalmente de hacer planes para los grandes proyectos de construcción nacionales, la distribución de la productividad y las proporciones importantes de la economía nacional, y establecer metas y direcciones para el desarrollo de la economía nacional.

En cuanto a políticas y reglamentos, se otorgan terrenos e impuestos preferenciales a los proyectos de la CE recientemente introducidos por las empresas. Se otorgarán recompensas y subvenciones financieras a los proyectos de la CE que se hayan ejecutado plenamente y hayan obtenido resultados importantes. Ha formulado estándares obligatorios sobre consumo de energía y de agua, descarga de contaminantes y ha registrado el empaque excesivo de productos para diferentes industrias. Al mismo tiempo, incrementa la aplicación de las leyes vigentes relevantes, como la *Ley de Producción Limpia* que originalmente publicado en 2002 por la Asamblea Popular Nacional de China. Tangshan también ha aumentado los cargos por alcantarillado para SO₂¹³ y contaminación de alta COD¹⁴, ha implementado precios escalonados del agua y electricidad, cobrando los cargos por exceso de agua para reinventir estos costos en el desarrollo de la CE.

Con el fin de fortalecer la investigación científica y la introducción de talentos, el gobierno ha establecido fondos especiales para alentar a grandes empresas como del acero, la desalación de agua de mar y la industria química de la sal a establecer alianzas de innovación tecnológica con la Escuela de Investigación Científica Capital.

En términos de publicidad, Tangshan ha aprovechado plenamente la función de los multimedia para realizar conferencias, seminarios, reuniones de intercambio de experiencias, exhibiciones de resultados y distribuir materiales publicitarios. También ha realizado actividades de "escuelas y comunidades ecológicas" y difundir ampliamente la importancia de la EC en las ciudades dominadas por la industria pesada y química. Y ha establecido un sistema de aprovisionamiento verde, dando prioridad al uso de productos reciclados y que hayan aprobado la certificación ISO14000. Al mismo tiempo, se han añadido cursos relacionados con la economía circular a la formación interna de las organizaciones en todos los niveles para garantizar que puedan liderar correctamente los proyectos de la EC.

Además, la ciudad de Tangshan también ha mejorado la plataforma de información sobre recursos renovables y economía circular, y ha publicado información relevante de manera oportuna. Bajo el liderazgo de la Comisión de Desarrollo y Reforma, la Oficina de Estadísticas, las Cooperativas de Suministro y Comercialización, la Comisión de Industria y Tecnología de la Información y la Oficina de Protección Ambiental cooperaron para establecer un sitio web de información sobre la EC donde presenta información sobre políticas, tecnología e información sobre oferta y demanda de energía, experiencia práctica en EC nacional y extranjera, tecnología avanzada e información de productos y promoción de industrias modelo.

4.2. Resultados

Los beneficios aportados por el modelo de EC se pueden dividir aproximadamente en dos partes. La primera son los beneficios de los recursos, es decir, la mejora de la utilización de los recursos y la reducción de las emisiones contaminantes. Este es también el enfoque del principio "3R". Por ejemplo, en el pueblo Bachigang de la ciudad de Tangshan, la utilización integral anual de desechos de cría supera las 100.000 toneladas. El fertilizante bioorgánico producido se utiliza en el cultivo de frutas y hortalizas, que puede resolver alrededor de 300 millones de yuanes de fertilizante

¹³ **SO₂**: Sus fuentes incluyen la combustión de combustibles que contienen azufre (como carbón y petróleo), la combustión y emisiones de sulfuro de hidrógeno en pozos de petróleo y gas que contienen sulfuro de hidrógeno, la fundición de minerales que contienen azufre (especialmente minerales de metales no ferrosos con alto contenido de azufre), industria química, refinación de petróleo y ácido sulfúrico, que forman una gran parte de la zona industrial de Tangshan.

¹⁴ **COD**: Chemical Oxygen Demand (Demanda química de oxígeno). Refleja el grado de contaminación del agua mediante la reducción de sustancias.

para los agricultores y consumir 2,6 millones de estiércol de ganado y aves de corral cada año. Toneladas, cubriendo la mitad de las necesidades de siembra del pueblo (Anónimo, 2017). En otras palabras, mientras mejora la utilización de los recursos y reduce los costos de producción, la EC puede crear simultáneamente recursos y beneficios sociales.

El segundo son los beneficios ambientales. Según las estadísticas de la Fundación Allen MacArthur, la calidad del medio ambiente atmosférico¹⁵ y acuático de la ciudad de Tangshan ha mejorado significativamente después de la implementación del sistema de EC. El medio ambiente es la base para la supervivencia y el desarrollo humanos, y el punto de partida para el desarrollo de la EC. Los beneficios ambientales del nuevo modelo económico se limpian en la fuente, reduciendo así el costo de la limpieza de residuos en los pasos posteriores y otros vínculos en la economía, que es un efecto mariposa no se puede ignorar.

El tercero son los beneficios sociales derivados. En el frente económico, la economía circular ha ayudado a reducir significativamente el costo total de acceso (TCA) de bienes y servicios. En comparación con el modelo de desarrollo tradicional anterior de Tangshan que se basaba únicamente en la industria pesada y el desarrollo de recursos, para 2030, las empresas de la ciudad pueden ahorrar 100 mil millones de yuanes en productos de alta calidad y gastos de servicios, lo que representa entre el 14% y el 16% del PIB previsto para ese año (Ellen Fundación Macarthur, 2019: 10), lo que significa que los ciudadanos pueden disfrutar de mejores servicios y tecnología más avanzada a precios más bajos, lo que mejora en gran medida su nivel de vida cultural y material y su satisfacción con la vida¹⁶.

Además del aspecto industrial, la tecnología y las políticas de la EC pueden reducir los costos de producción y transporte y traer sorpresas de bienestar a los consumidores. Las industrias emergentes que nacen en respuesta a la llamada del país y los cambios en las necesidades de las personas también generarán nuevos beneficios sociales. Por ejemplo, debido a la reducción de energía y consumibles y el establecimiento de un sistema de transporte compartido, la congestión del tráfico en la ciudad de Tangshan se ha reducido y el índice de seguridad en los viajes de los ciudadanos ha mejorado¹⁷.

En una palabra, la ciudad de Tangshan, como pionera en la práctica de la economía circular en China, ha establecido un sistema completo que interconecta todos los factores sociales como la economía, la cultura y la política. Aunque definitivamente hay margen de mejora en términos de innovación tecnológica y eficiencia de ejecución, es innegable que Tangshan es el representante de conocimiento que tiene la sociedad china sobre la EC y se convertirá en un modelo para el futuro desarrollo sostenible de China. Y aunque la etapa inicial del desarrollo de la economía circular puede ser la misma que la del sistema operativo cooperativo interno de la economía circular, los beneficios que aporta también son multifacéticos y están relacionados entre sí. El

¹⁵ Las emisiones de gases de efecto invernadero de Tangshan se reducirán un 11% en 2030 y un 23% para 2040; las PM2.5 se reducirán un 10% para 2030 y un 50% para 2040 (Fundación Ellen Macarthur, 2019: 11).

¹⁶ Hay varias formas de reducir el costo de bienes y servicios clave, como el nuevo modelo comercial de reemplazar los "derechos de propiedad" por "derechos de uso", reemplazar los materiales tocados con materiales de segunda mano de alta calidad y resolver los desechos estructurales en la cadena de suministro con tecnología digital, etc.

¹⁷ Se estima que para 2030, la pérdida de tiempo causada por la congestión del tráfico en la ciudad de Tangshan se reducirá en un 36% y la pérdida económica se reducirá en un 47%. El número de víctimas causadas por accidentes de tráfico y los costos médicos relacionados se reducirá en un 20% y un 28% respectivamente (Fundación Ellen Macarthur, 2019: 21).

propósito es promover la sociedad humana y la sociedad natural para avanzar hacia un desarrollo sostenible¹⁸.

5. Conclusión

Tanto el punto de vista de la conexión universal en la dialéctica materialista (Karl, 2018) como la práctica en la realidad nos han demostrado que el contenido y la influencia de la economía circular han superado con creces el alcance de la economía, y sus tentáculos se han extendido a todos los rincones de la sociedad.

Seguimos desarrollando nuevas tecnologías, explorando nuevos modelos económicos y formulando nuevas políticas, pero estos no son los cambios más fundamentales, porque en la raíz, solo unas pocas personas en la cima de la pirámide (científicos, biólogos, economistas, etc.) arrastran a la mayoría de la gente común hacia adelante. Para revertir por completo el declive de toda la raza humana, debemos utilizar una perspectiva más macro para explorar el equilibrio entre los intereses individuales y los intereses generales, y formar un consenso de toda la sociedad.

En la superficie, la economía circular es un “concepto joven” de sólo cincuenta años, o una innovación de pensamiento sobre la sociedad promovida por Faraday, Tesla, Watt y otros expertos en la historia. Pero en realidad, el pensamiento sobre la relación entre el hombre y la naturaleza puede haber surgido desde el comienzo del uso de herramientas por parte del homo habilis¹⁹ en África Oriental.

Ya sea en Oriente o en Occidente, las primeras civilizaciones humanas compararon casualmente la naturaleza con la imagen de una madre que nutre todas las cosas: Nuwa de los chinos, Inana de los mesopotámicos, Isis de los egipcios, Gaia de los griegos, Celes de los romanos, etc., todos tienen fuertes significados metafóricos como madres. El historiador Toynbee resumió la esencia de los pensamientos académicos de su vida en sus últimos años y escribió un libro cronológico de historia mundial *La humanidad y la Madre Tierra*, que describe la relación mutua entre los seres humanos y el entorno natural del que dependen, es decir, la “*Madre Tierra*”. Todas estas historias nos recuerdan el dominio de la naturaleza.

Quizás deberíamos dejar de ser empujados hacia adelante por las olas de los tiempos, pero calmarnos y mirar hacia atrás, recordando las escenas de murales mesopotámicos donde el maestro se escondía en una cueva para evitar ser perjudicado por la naturaleza. Así podemos recordar que en los 4.600 millones de años de la historia de la Tierra, los seres vivos han existido durante 3.500 millones de años, mientras que los seres humanos solo tienen decenas de miles de años de historia y solo han pasado trescientos años desde la primera Revolución Industrial. Este tipo de reflexión es muy importante para la gente moderna impetuosa, porque les permite permanecer humildes y sobrios, reconocer su posición en el círculo ecológico y encontrar inspiración para el desarrollo futuro del mundo natural.

Dichos historias y mitos que he discutido al final del artículo no es un tema ajeno del tema que he elegido, sino porque creo que los seres humanos son primero seres vivientes en la naturaleza y en segundo lugar objetos en la sociedad económica.

Cuando ya tenemos una base material suficientemente sólida, debemos prestar más atención a la reacción de la superestructura a esta base, porque el desarrollo de la

¹⁸ Los beneficios a nivel nacional en la situación china se puede encontrar en el anexo.

¹⁹ **Homo habilis**: Es la primera especie de primates considerada perteneciente a los seres humanos, entre el antiguo simio sudafricano y el Homo erectus.

ciencia y la tecnología sin la guía de pensamiento correcta es muy peligroso, por ejemplo el gas venenoso en el campo de concentración nazi y la bomba atómica sobre Hiroshima.

Debemos volver a explorar las áreas del conocimiento que anteriormente ignoramos y buscar la cooperación tanto como sea posible en una economía y sociedad competitivas, y utilizar la sabiduría colectiva para crear un valor común. Solo de esta manera podremos perseguir la justicia en un entorno cada vez más complejo e inestable.

No importa cuánto tiempo viva un árbol, se marchitará y la Tierra morirá con el sistema solar algún día. Esta es la filosofía de vida de "límites". Además, cualquier cambio en el mundo natural puede causar una serie de efectos de mariposa, cambiando el destino de una especie e incluso del ecosistema, eso es la verdad filosófica de la "interconexión de todas las cosas". Estos indicios de la naturaleza son también las leyes que siguen todas las actividades del universo, y los diminutos seres humanos no son una excepción.

Por tanto, la fuerza motriz de la futura economía circular, o de hasta todo el desarrollo humano, proviene de la naturaleza que pisamos en la era industrial y la conexión entre las cosas que hemos ignorado.

Además del avance de la tecnología de reciclaje en sí, la cooperación interdisciplinaria y entre campos se convertirá inevitablemente en la tendencia de la investigación científica futura. La cooperación entre regiones y países será el centro de las consideraciones de política, y todo esto se basará en el respeto por la naturaleza y por encima de la atmósfera cultural y ética, o sea de nuestra conciencia humana.

Como se dice en la película 2012:

"Frente a la naturaleza, todos somos pequeños; ante el enorme poder destructivo natural, todos somos impotentes. Lo único que puede salvarnos a nosotros mismos, aparte del Arca, es la nuestra, la gloriosa naturaleza humana".

La economía circular es solo una llave para poner en marcha el Arca, y las innovaciones integrales en tecnología, cultura, ética y política son el combustible que garantiza su navegación continua, y ahí está el futuro común del humano y la naturaleza.

Bibliografía

Anónimo. (2017): "Tangshan: la ciudad de Luannan Bachigang confía en el instituto de ciencia y tecnología para desarrollar la economía circular". Disponible en <http://tangshan.huanbohainews.com.cn/system/2017/12/08/011774168.shtml>

AKISAWA, A.; KANG, Y. T.; SHIMAZAKI, Y. y KASHIWAGI, G. (1999): "Environmentally friendly energy system models using material circulation and energy cascade—the optimization work". *Energy*, vol.24, nº7: pp. 561-578.

Asamblea Popular Nacional de China. (2002): *Ley de Promoción de la Producción más Limpia de la República Popular China*. Disponible en http://www.npc.gov.cn/wxzl/gongbao/2002-07/10/content_5297302.htm

AYRES, R. U. (Edi.) (2001): *Turning Point: An End to the Growth Paradigm*. Shanghai, China.

BACON, F. (Edi.) (2012): *Novum Organum 'New Method'*. Tennessee, los EE.UU.

BAKKER, C.; WANG, F.; HUISMAN, J. y DEN HOLLANDER, M. (2014): "Products that go round: exploring product life extension through design". *Journal of Cleaner Production*, nº69: pp. 10–16.

BASSE, E. M. (2000): *Environmental Law in Denmark*. Hague, Países Bajos.

BOULDING, E. K. (1966): "The Earthscan reader in Environmental economics", en Mar kandya, A. (Coord.): *The Economics of the Coming Spaceship Earth*, Nueva York, USA, pp. 27-36.

BORGERS, T.; KRAHMER, D. Y STRAUSZ, R. (2015): *An Introduction to the Theory of Mechanism Design*. Nueva York, los EE.UU.

BOSWELL, W. R. y BOUDREAU, A. N. (2002): "Seperating the developmental and evaluative performance apprasial uses". *Journal of Business and Psychology*, vol.16, nº3: pp. 391-412

BRAUNGART, M. Y MCDONONUGH, B. (2002): *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things*. Nueva York, los EE.UU.

BYLUND, P. L. (2014): "Ronald Coase's 'Nature of the Firm' and the Argument for Economic Planning". *Journal of the History of Economic Thought forthcoming*, vol.36, nº3: pp. 305-329

COMMONER, B. (1997): *The Closing Circle: Nature, Man, and Technology*. Nueva York, los EE.UU.

DAHLSTROM, K. y EKINS, P. (2005): "Eco–efficiency Trends in the UK Steel and Aluminum Industries: Differences between Resource Efficiency and Resource Productivity". *Journal of Industrial Ecology*, vol.19, nº4, pp. 171 – 188.

DALY, H. (Edi.) (2001): *Beyond Growth: The Economics of Sustainable Development*. Shanghai, China.

Departamento de Comercio e Industria de UK. (2003): "Our energy future - creating a low carbon economy". Disponible en https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/272061/5761.pdf

Ellen Macarthur Foundation. (2019): "Economía circular: oportunidades industriales y de innovación en las ciudades chinas". Disponible en <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/1-%E4%B8%AD%E6%96%87%E6%8A%A5%E5%91%8A-0919.pdf>

ENGELS, F. (Edi.) (2017): *Dialéctica de la naturaleza*. Madrid, España.

GHISELLINI, P.; CIALANI, C.y ULGIATI, S. (2016): "A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems". *Journal of Cleaner Production*, vol. 114, pp. 11–32.

HAAS, W.; KRAUSMANN,F.; WIEDENHOFER, D. y HEINZ, M. (2015): "How circular is the global economy?: An assessment of material flows, waste production, and recycling

in the European Union and the world in 2005". *Journal of Industrial Ecology*, vol. 19, nº5, pp. 765–777.

HARDIN, G.(1968):"The Tragedy of the Commons". *Science*, vol.162, nº1968: pp. 1243-1248.

JANS, J. H. (Edi.) (2000): *European Environmental Law*.Groningen, Países Bajos.

KARL, M. (Edi.) (2018): *El capital*. Madrid, España.

KENJI, K. (2003): *Política de reciclaje y competencia. Derecho privado: Volumen 2*. Beijing, China.

KRÄMER, L. (Edi.) (2000): *E.C.Environmental Law*.London, Reino Unido.

KOEMAN, N. S. J. (1999): *Environmental Law in Europe*. Hague, Países Bajos.

LACY, P. (2017): "These 5 disruptive technologies are driving the circular economy". *World Economic Forum*. Disponible en <https://www.weforum.org/agenda/2017/09/new-tech-sustainable-circular-economy/>

LOWE, E. A. (2001): *Eco-industrial Park Handbook for Asian Developing Countries: A Report to Asian Development Bank*. Carlifonia, los EE.UU.

MARTÍNEZ, D. M.; EBENHACK, B. W. y WAGNER, T. P. (2018): *Energy Efficiency: Concepts and Calculations*. Ámsterdam, Países Bajos

McCarthy, A.; Dellink, R. y Bibas, R. (2018), «The Macroeconomics of the Circular Economy Transition: A Critical Review of Modelling Approaches», OECD Environment Working Papers, núm. 130, OECD Publishing, París.

MEADOWS, D. H.; MEADOWS, D. L.; RANDERS, J. Y BEHRENS, W. W. (1972): *The Limits to Growth*. Virginia, los EE.UU.

MULLOY, M.; ALBRECHT, E.; HÄNTSCH, T. (2001): *German Environmental Law*. Berlin, Alemania.

National Bureau of Statistics of China. (2019):

NORTH, D. C. (1990): *Institutions, institutional change and economic performance*. Cambridge, Reino Unido.

OKUN, A. M. (1975): *Equality and Efficiency: The Big Tradeoff*. Washington, D. C., los EE.UU.

PAULI, G. (2014): *The Blue Economy: 10 years–100 innovations–100 million jobs*. Nuevo México, los EE.UU.

PEARCE, D.W.; MARKANDYA, A. Y BARBIER, E.B. (1989): *Blueprint 1: For a Green Economy (Blueprint Series)*. Londres, Reino Unido.

PEARCE, D. W. y TURNER, R. K. (1990): *Economics of Natural Resources and the Environment*. Londres, Reino Unido.

SEGNESTAM, L. (1999): *Environmental Performance Indicators A Second Edition Note*. Environment Department, The World Bank, Room MC-5-126.

SAUVÉ, S.; BERNARDA, S.,y SLOAN, P. (2016): "Environmental sciences, sustainable development and circular economy: Alternative concepts for transdisciplinary research". *Environmental Development*, vol. 17, pp. 48–56.

SOLOW, R. M. (1988): *Growth Theory: An Exposition*. Oxford, Reino Unido

Tao, Z. P. (2003): *Eco-rucksack and Eco-footprint*. Beijing, China.

TOFFLER, A. (1994): *The Third Wave: The Classic Study of Tomorrow*. Manhattan, los EE.UU.

TOYNBEE, A. J. (1976): *Mankind and Mother Earth: a narrative history of the world*. Nueva York, los EE.UU.

WALTER, S. Y GENEVIÈVE, R. (1981): *Jobs for Tomorrow, the Potential for Substituting Manpower*. Nueva York, los EE.UU..

WILLIAMSON, O. (2000). "The New Institutional Economics: Taking Stock, Looking Ahead". *Journal of Economic Literature*, vol.2000, nº38, pp. 595-613.

Zeng W. G.; Zhao, Q. Y Yu, W. L. (2008): "La legislación de economía circular de Japón y su esclarecimiento a China". *Journal of Chongqing Jiaotong University: Natural Science*, nº4, pp.

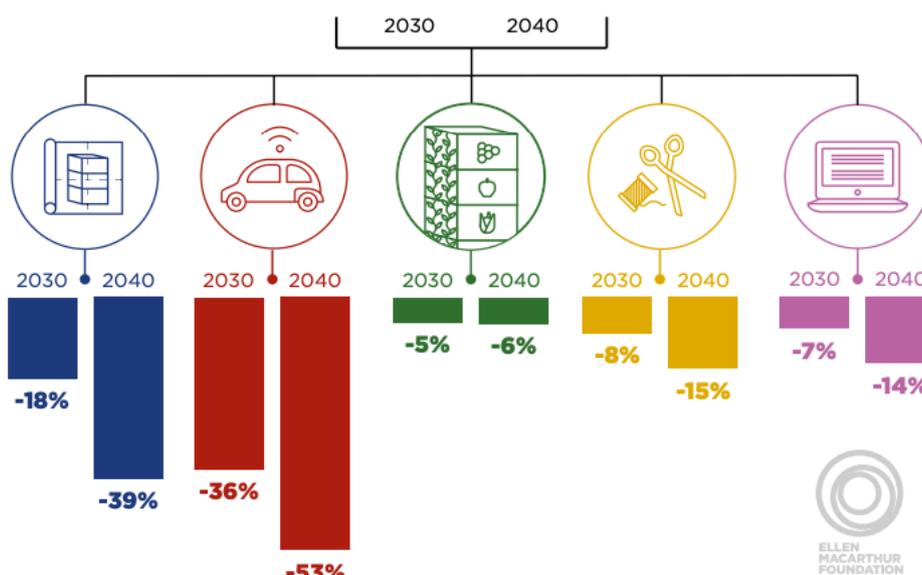
Zhang, Y. y ZHANG, X. D. (1998): "Reciclaje de residuos sólidos y tecnología de utilización integral". *Research of Environmental Science*, vol.11, nº3: pp. 49-51.

Zhu, Y. (2010): "Definición y connotación Discriminación de la productividad de los recursos: una conclusión basada en el análisis semántico", *Southeast Academic Research*, nº5, pp. 67-74

ANEXO

Figura

La tasa de reducción de costos de las cinco áreas clave de la economía circular de China



(Industria de construcción / Transporte / Agricultura e industria alimentaria / Industria textil / Industria electrónica)

Fuente :Ellen Macarthur Foundation. (2019)