

Moldeando la transición de cadenas de suministro lineales a circulares[★]

Garignani, Tomás¹, Santos, Andrés¹, and Stagnoli, Lucas¹

Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, Argentina

Abstract. Las empresas manufactureras de hoy forman parte de un sistema dinámico y globalizado de producción y consumo. La división global del trabajo es ahora la forma predominante de organizar los negocios, pero está claro que las demandas de recursos de las cadenas de suministro lineales han creado vulnerabilidad y daño en el sistema y más allá. Los autores se inspiran en la ecología para explorar el papel de los fabricantes en la transición de cadenas de suministro lineales a circulares. Tomando prestado el modelo de ciclo adaptativo, originalmente desarrollado para describir sistemas ecológicos dinámicos, emplean ejemplos de casos para ilustrar las formas en que se está reimaginando la gestión de la cadena de suministro en el cambio hacia una economía circular. Esta conceptualización utiliza el ciclo adaptativo para considerar la transición de cadenas de suministro lineales a circulares como parte de un cambio de sistemas más amplio, y las oportunidades para que los fabricantes desempeñen un papel transformador en la transición hacia un futuro sostenible.

Keywords: Cadena de suministro circular · Modelo de negocio circular · Ciclo adaptativo · Panarquía · Cambio de sistema · Rebelión

1 El papel de los fabricantes en un sistema económico global en cambio

En el mundo natural, los engranajes del ciclo ecológico - producción, consumo y descomposición - son impulsados por la habilidad de las plantas verdes para utilizar la luz solar y los minerales como bloques de construcción para crear azúcares. El papel de los productores en nuestro sistema económico actual es igualmente fundamental. Los fabricantes primarios y secundarios son responsables de esta conversión de energía y materias primas en piezas y productos para el beneficio de los consumidores y para satisfacer las necesidades sociales de vivienda, alimentos, transporte y comunicación (Tate, Bals, Bals y Foerstl, 2019). Sin embargo, aunque los sistemas ecológicos funcionan para equilibrar los roles de diferentes actores en apoyo del sistema en su conjunto, la arquitectura de nuestro sistema económico se ha vuelto dominada por un paradigma global de crecimiento de la producción en masa y el consumo en masa en el que los

[★] Jennifer Rogan, Frank Fürstenberg and Andreas Wieland.

productos finales a menudo son descartados como residuos después de su ciclo de vida principal.

Tradicionalmente conceptualizado como una cadena lineal de actividad de entrada y salida con el objetivo de convertir los recursos naturales en productos terminados para satisfacer la demanda del consumidor, los patrones de actividad de producción se han globalizado cada vez más en las últimas cuatro décadas. El modelo de la cadena de suministro se ha expandido para reflejar que los fabricantes y otros actores de la cadena de suministro ahora operan como parte de redes de suministro globales, utilizando varios niveles de organizaciones “trabajando juntas para controlar, administrar y mejorar el flujo de materiales e información desde los proveedores hasta los usuarios finales” (Christopher, 2016, p. 3). Representar la cadena de suministro como una red aún se puede considerar una simplificación excesiva dado que la mayoría de los actores solo tienen una visibilidad y control limitados dentro de un sistema global y dinámico como tal (Carter, Rogers y Choi, 2015). Para reflejar mejor el papel de los fabricantes en una economía global dinámica e interconectada, una extensión adicional del marco conceptual es útil para considerar la cadena de suministro como un sistema complejo adaptativo que evoluciona junto con su entorno contextual más amplio (Carter et al., 2015).

De hecho, otras disciplinas han demostrado que el cambio de una perspectiva de sistema cerrado a una de sistema abierto puede transformar la forma en que pensamos sobre la unidad de análisis y las implicaciones para los roles y relaciones de los actores (Wieland, 2021). En el campo de la ecología, los administradores de entornos naturales han pasado de una mentalidad de ingeniería que busca eficiencia y control, a abrazar los principios de cambio dinámico, variedad e imprevisibilidad en los sistemas ecológicos (Gunderson y Holling, 2002). De manera similar, en la planificación urbana, las lecciones de los proyectos modernistas han llevado a comprender que la ciudad no es un objeto o una máquina predecible que se pueda controlar, sino que se puede considerar más adecuadamente como un sistema socioecológico que se está remodelando y renovando continuamente (Evans, 2011; Wieland, 2021). Como propone Wieland (2021), podemos aplicar este aprendizaje a las cadenas de suministro. Al reinterpretar la cadena de suministro como un sistema socioecológico, un tipo de sistema complejo adaptativo que nos permite comprender mejor las interacciones dinámicas entre las personas y la naturaleza, podemos estar más atentos al papel de las cadenas de suministro en un mundo complejo, interconectado e incierto.

La transición de una economía lineal a una circular proporciona un buen ejemplo de adaptación en un sistema dinámico como este. La expansión de la profundidad y complejidad de nuestra economía lineal de tomar-hacer-desechar a escala global ha creado un desequilibrio en el cual las actividades de producción ahora representan una amenaza urgente para la supervivencia del mundo natural y de la humanidad (Bologna y Aquino, 2020), creando vulnerabilidad en el sistema. Para abordar este desequilibrio, han surgido formas alternativas de organizar los límites, las relaciones y la gestión de la producción, reconociendo

que “la narrativa político-económica del crecimiento y la globalización [...] puede que no sea [...] la única forma posible de organizar los negocios” (Wieland, 2021, p. 65). En particular, el concepto de la economía circular ha ganado fuerza como base para reinventar fundamentalmente las cadenas de suministro globales (De Angelis, 2018). Con su premisa general de un sistema industrial que sea restaurador o regenerativo por diseño, la economía circular tiene como objetivo separar la creación de valor y el consumo de recursos finitos (Fundación Ellen McArthur, 2015; Morsetto, 2020). Los enfoques circulares se basan en los principios de utilizar materiales renovables, diseñar sin residuos ni contaminación, maximizar los ciclos de vida de los productos y materiales e invertir en el capital natural (De Angelis, 2018).

Para los fabricantes, la transición a una economía circular no se trata simplemente de introducir un proceso de reciclaje o logística inversa. Este cambio de mentalidad afecta a todas las partes de la cadena de suministro. Si bien las taxonomías varían, en una cadena de suministro circular, los nuevos modelos de negocio innovadores permiten que los materiales y productos se sustituyan, virtualicen y rediseñen para facilitar el intercambio, la reutilización y la remanufacturación, así como el retorno de los materiales biológicos a los sistemas vivos (Fundación Ellen McArthur, 2015). El papel y la relación tradicional entre productor y consumidor pasan a ser de propietario y usuario, lo que requiere nuevos procesos y nuevas redes de relaciones para desarrollar modelos de negocio exitosos (Frishammer y Parida, 2021). Para los fabricantes, este cambio presenta una ventana de oportunidad para redefinir sus actividades de manera novedosa, lo que conduce a una innovación y renovación radicales.

2 Comprendiendo la Transición hacia una Economía Circular: El Ciclo Adaptativo.

Para explorar este cambio de sistemas, recurrimos a la **teoría de la panarquía** (Gunderson & Holling, 2002), una teoría interdisciplinaria que examina las interconexiones que vinculan sistemas ecológicos y sociales. Proporciona un marco útil para explorar las interacciones dinámicas en sistemas adaptativos complejos como las cadenas de suministro y cómo se pueden influir en los ciclos de cambio. Esto se basa en la premisa de que los cambios de un sistema siguen un ciclo adaptativo que consta de **cuatro fases: explotación, conservación, liberación y reorganización** (Holling, 1986, 2001).

El “bucle frontal” de este ciclo (explotación a conservación) describe la acumulación gradual de capital y recursos. En el caso de una cadena de suministro, esto podría incluir materiales, tecnología, empleados, conocimientos, activos y proveedores (Wieland, 2021). Al mismo tiempo, la conectividad del sistema está aumentando, lo que puede llevar a rigidez o fragilidad (Holling, 2001). Para el contexto de la cadena de suministro, Wieland (2021, p. 61) destaca que “los actores en una cadena de suministro pueden quedar cultural o contractualmente bloqueados en una situación que conserva cierto modelo de negocio, incluso si las preferencias del consumidor han cambiado”, o de hecho si otros factores en el

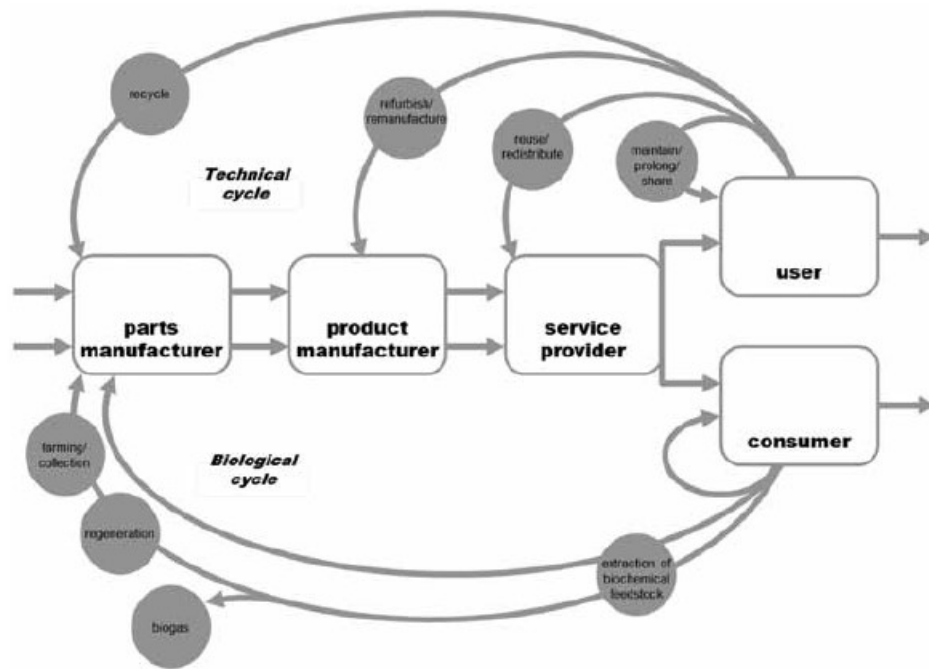


Fig. 1. Diagrama de la Mariposa Simplificado: El Concepto de Economía Circular

entorno contextual más amplio han cambiado. En este punto del ciclo, tanto la conectividad como el potencial incrustado en la acumulación de recursos alcanzan su punto máximo, mientras que la resiliencia, o la magnitud de la perturbación que el sistema puede soportar, es baja. Esto crea una situación de vulnerabilidad, lo que lleva a una transición más rápida del “bucle posterior” de la liberación a la reorganización de los recursos donde puede ocurrir la innovación (Holling, 2001). A nivel de la cadena de suministro, el punto de inflexión del bucle frontal al bucle posterior se puede considerar el punto en el que el modelo de cadena de suministro existente ya no es la base del éxito (Wieland, 2021). Holling (2001, p. 395) describe estas transiciones duales en el ciclo adaptativo.

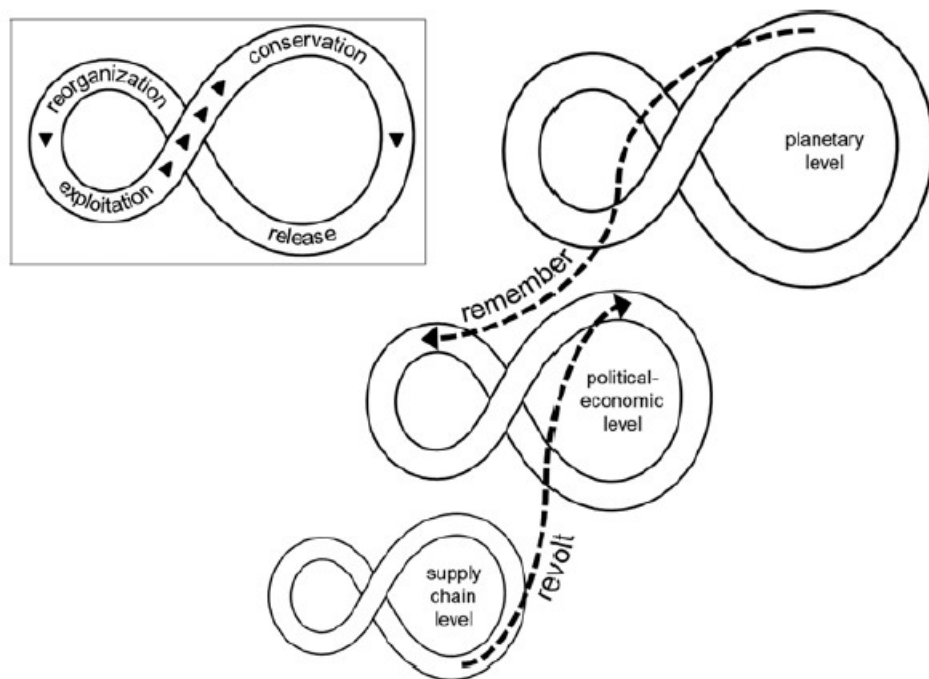


Fig. 2. Representación simplificada del Ciclo Adaptativo y las Conexiones entre Niveles en una Panarquía

"Es como si dos objetivos separados estuvieran funcionando. El primero maximiza la producción y la acumulación; el segundo maximiza la invención y la reorganización. Los dos objetivos no pueden maximizarse simultáneamente, sino que solo ocurren secuencialmente. Y el éxito en lograr uno de ellos inevitablemente prepara el escenario para su opuesto. El ciclo adaptativo, por lo tanto, abarca dos opuestos: el crecimiento y la estabilidad, por un lado, y el cambio y la variedad, por el otro"

Es importante destacar que la teoría de la panarquía también enfatiza las interacciones a través de escalas espaciales y temporales, proporcionando una estructura para comprender cómo el cambio en un nivel, como la cadena de suministro, el nivel político-económico, sociocultural o planetario, puede influir en otros. Esta es una estructura dinámica donde cada nivel tiene su propio ciclo adaptativo que interactúa con los ciclos adaptativos en otros niveles (Holling, 2001). En lugar de una estructura jerárquica exclusivamente de arriba hacia abajo, donde los procesos más grandes y lentos dominan al controlar los niveles inferiores, en una panarquía los procesos más pequeños y rápidos pueden generar igualmente cambios transformadores. Estos tipos de cambios entre niveles se denominan “recordar” y “revolucionar” (Holling, 2001). La revolución ocurre cuando los procesos se magnifican hacia arriba y un cambio crítico o una novedad en un ciclo adaptativo tiene la capacidad de influir en la vulnerabilidad en un ciclo más grande y más lento. La influencia del recuerdo ocurre cuando los procesos se desencadenan hacia un nivel inferior y un cambio más conservador o una memoria sirve para sostener o renovar un ciclo más pequeño y más rápido (Holling, 2001). Westley, Carpenter, Brock, Holling y Gunderson (2002) señalan que como sociedad, estamos más atentos a responder a los cambios que se desencadenan desde ciclos más pequeños y más rápidos (como los precios de los productos básicos) y tenemos dificultades para integrar cambios más grandes y más lentos (como el aumento del nivel del mar) en nuestra toma de decisiones, de ahí la naturaleza de los fracasos de gestión para abordar el cambio en los sistemas.

Esta estructura interdependiente de ciclos adaptativos, con sus conceptos incorporados de eficiencia o fragilidad, flexibilidad y resiliencia (Holling, 2001), puede ayudarnos a comprender los procesos de innovación y transformación dentro de la cadena de suministro como un sistema socioecológico. El cambio puede ser rápido o lento y ocurre a través de escalas de tiempo, espacio y significado (Gunderson y Holling, 2002; Westley et al., 2002). Considerar los ciclos adaptativos y las influencias entre los ciclos adaptativos en diferentes niveles permite comprender la transición de una economía lineal a una economía circular dentro de un contexto más amplio de “sistema de sistemas”. Como describe Webster (2013) en su aplicación del ciclo adaptativo a la economía circular, la teoría de la panarquía proporciona una herramienta para afectar la transición de la eficiencia a la efectividad. Una perspectiva panárquica puede ayudar a los gerentes a comprender cuándo y cómo actuar (Gunderson y Holling, 2002), evaluar la efectividad de posibles estrategias circulares y, al comprender las fases de oportunidad, desarrollar modelos de negocio circulares transformadores. En las secciones siguientes, analizaremos más específicamente la transición de las cadenas de suministro lineales a circulares a través de esta perspectiva del ciclo adaptativo.

3 De la conservación a la liberación: Los problemas de las cadenas de suministro lineales

La división global del trabajo y las estrategias de abastecimiento global asociadas que han ocurrido en los últimos 40 años han sido notablemente exitosas en muchos aspectos, especialmente en la reducción del costo de los bienes para los consumidores en países de altos ingresos y en llevar prosperidad a varios países de ingresos bajos y medios, con dos mil millones de personas saliendo de la pobreza en el período 1990-2015 (PNUD, 2015).

Sin embargo, este movimiento masivo hacia la producción globalizada también ha generado desafíos que son cada vez más evidentes en el contexto de una economía lineal extractiva e intensiva en recursos. Para el año 2020, la demanda de recursos de la actividad humana había crecido hasta ser equivalente a 1.6 planetas Tierra (Red de Huella Ecológica y Schneider Electric, 2020). De hecho, desde 1970 hasta 2020, a medida que la economía global creció cuatro veces y el comercio global diez veces, se ha observado un declive en los sistemas de soporte vital ecológicos en los que la industria depende. A nivel global, la degradación de la tierra ha reducido la productividad en un 23% del área terrestre; el 33% de las poblaciones de peces están sobreexplotadas; un millón de especies enfrentan la extinción; y desde 1990, las temperaturas han aumentado en 0.2°C por década (IPBES, 2020). La investigación del Foro Económico Mundial ha demostrado que más de la mitad del producto interno bruto (PIB) mundial total depende en gran o moderada medida de los servicios ecosistémicos y, por lo tanto, está expuesto a la pérdida de biodiversidad, y gran parte de esta dependencia está “oculta” en las cadenas de suministro (Foro Económico Mundial, 2020a).

Incluso antes de que la pandemia de COVID-19 llamara nuestra atención colectiva sobre las vulnerabilidades de un sistema de producción globalizado y estrechamente conectado, se puede argumentar que las señales de advertencia estaban presentes. A medida que los subproductos de las cadenas de suministro globales han superado y excedido los límites ecológicos del planeta (Rockström et al., 2009), se ha vuelto evidente que estas “intrincadas redes de producción fueron diseñadas para la eficiencia, el costo y la proximidad a los mercados, pero no necesariamente para la transparencia o la resiliencia” (McKinsey Global Institute, 2020, p. 1). Los daños económicos directos totales y las pérdidas por desastres naturales alcanzaron los 2.98 billones de dólares en la década de 2010 a 2019, con interrupciones significativas en las cadenas de suministro como resultado de eventos climáticos extremos (Aon, 2020). En términos de ciclo adaptativo, esto sugiere vulnerabilidad en el sistema y que a medida que la interconexión y el potencial se han desarrollado en las cadenas de suministro globales, la resiliencia, que se puede entender como “la capacidad de una cadena de suministro para persistir, adaptarse o transformarse frente al cambio” (Wieland y Durach, 2021, p. 2), ha disminuido.

En este contexto, que se puede entender como una fuerte influencia del acuerdo a nivel planetario, las empresas han buscado adaptarse. Por ejemplo, el aumento de la conciencia y comprensión de los impactos ambientales negativos de los procesos de producción global y la organización de la cadena de suministro ha llevado a muchos fabricantes a desarrollar programas de sostenibilidad y sistemas de gestión del rendimiento para guiar sus operaciones. Por lo general, la respuesta de la gestión se ha centrado inicialmente en mejoras en la eficiencia de recursos, como reducciones en el uso de energía y agua, reducción del peso y aumento del reciclaje de materiales, lo cual puede generar beneficios económicos. Por ejemplo, a través de la mejora continua (kaizen) y el enfoque en el mínimo recurso necesario para cualquier proceso (gentani), durante un período de 20 años el fabricante de vehículos Toyota logró reducir en más del 70% el consumo de energía por vehículo y en más del 75% el consumo de agua en una de sus operaciones europeas (Idle, 2014). También se han informado impresionantes mejoras en la eficiencia en otros sectores. Por ejemplo, en la industria de la confección, un fabricante de jeans con sede en Vietnam logró reducir el volumen de agua necesario para fabricar un par de jeans de 140 litros a 6 litros (Fernando y Evans, 2016).

Sin embargo, las empresas líderes también han reconocido que la mejora incremental en la gestión sostenible de la cadena de suministro y la reducción de los riesgos de la cadena de suministro probablemente sean insuficientes para abordar la urgencia de las crisis climática y de biodiversidad. Para lograr una transformación radical en lugar de una adaptación gradual, se requiere una reestructuración fundamental de los productos, servicios y operaciones de las empresas para lograr “innovación a una escala que redefina lo que hace toda la cadena de suministro” (Pagell y Wu, 2009, p. 39). Desde una perspectiva panárquica, el modelo de cadena de suministro lineal ha creado las condiciones para un cambio del bucle frontal al bucle posterior del ciclo adaptativo.

4 La necesidad de reorganización: Creando nuevas combinaciones de recursos para volverse circulares

Muchas empresas, tanto incumbentes como nuevas empresas, han comenzado a probar e implementar modelos de negocio innovadores para dar forma a la transición hacia una cadena de suministro circular. Para algunas, esto puede ser una respuesta a impactos específicos, como una campaña de ONG o la cobertura mediática de los estándares ambientales, sociales y éticos en su cadena de suministro. Otras empresas han experimentado una fuerte demanda por parte de los clientes de un modelo alternativo para acceder a sus productos, por ejemplo, el interés de los millennials en las plataformas de intercambio entre pares, o pueden anticipar futuros desarrollos basados en cambios en otros sectores o en el entorno contextual más amplio (Wieland, 2021). Esta reorganización o fase de renovación es cuando pueden surgir la innovación y nuevas oportunidades (Holling, 2001).

Por supuesto, esta transición no ocurre de la noche a la mañana.

Lo que podemos observar son patrones de experimentación, que ilustran la reorganización, invención y variedad en el bucle posterior del ciclo adaptativo (Holling, 2001). A nivel de la cadena de suministro, las empresas están probando y evaluando una amplia gama de modelos que adoptan los principios de la economía circular de diferentes formas, que incluyen el rediseño de productos, la remanufactura, la reutilización y los modelos de intercambio (Fundación Ellen MacArthur, 2015).

Desde una perspectiva panárquica, la velocidad del cambio puede ser moldeada por la fuerza de las influencias de otros niveles, como una influencia de recuerdo desde el nivel planetario reflejada en los cambios en los gustos de los consumidores, o desde el nivel político-económico que configura el entorno normativo. La cadena de suministro de prendas de vestir proporciona un ejemplo en el que un cambio en las preferencias del consumidor, la conciencia pública sobre los impactos ambientales y sociales negativos derivados del abastecimiento y la fabricación, y las crisis como el colapso de la fábrica de prendas de vestir Rana Plaza en 2013, se han unido para dar forma a la transición de una economía lineal a una circular. Se pueden observar tres características en la forma en que los fabricantes están construyendo nuevos recursos en este período de experimentación e innovación: redefinir los procesos comerciales, incluyendo el abastecimiento, la producción, la logística y las ventas; crear nuevas relaciones en la cadena de suministro; e invertir en nuevas capacidades para la transformación del sistema a medida que se reimagina el papel tradicional del fabricante-productor. Vale la pena señalar que aún queda por ver si estos experimentos abordarán por completo los impactos ambientales, sociales y de recursos asociados con el crecimiento global en el consumo de prendas de vestir y calzado, o si las influencias disruptivas de niveles más allá de la cadena de suministro podrían crear una mayor vulnerabilidad o crisis, desencadenando un cambio más rápido.

Se puede observar una experimentación e innovación similar en otros sectores, como se destaca en el ejemplo de la cadena de suministro automotriz. Si bien la velocidad del cambio varía entre los sectores, hay similitudes, como una influencia ecológica de recuerdo que se fortalece y crea vulnerabilidad directamente en el nivel de la cadena de suministro, así como en la narrativa de crecimiento a nivel político-económico. La economía circular como forma de organizar la producción y el consumo está influyendo cada vez más en la narrativa de crecimiento global, como se ejemplifica en el Plan de Acción de la Unión Europea para la Economía Circular adoptado en 2020 y en plataformas de partes interesadas para promover la circularidad, como la Fundación Ellen MacArthur, la iniciativa de economía circular del Foro Económico Mundial y la Plataforma para la Aceleración de la Economía Circular (PACE). Las interdependencias entre los ciclos adaptativos en diferentes niveles a su vez influyen en la dinámica general del sistema (Holling, 2001). Aquí, la interacción entre la redefinición del

modelo de cadena de suministro y un cambio dinámico hacia la liberación y reorganización a nivel político-económico puede crear las condiciones para que los sectores industriales tradicionales converjan en apoyo de sistemas circulares plenamente integrados en el futuro (Foro Económico Mundial, 2020b).

Para los fabricantes, los modelos de negocio circulares brindan una perspectiva innovadora para desbloquear las estructuras de la cadena de suministro antigua y crear nuevas relaciones y potencialidades. Se puede observar una difuminación de roles, ya que los productores se conectan con los consumidores de formas innovadoras para permitir la recuperación, la remanufactura y la reutilización de productos, y los consumidores emplean tecnologías digitales para convertirse en usuarios y creadores. Reinterpretar la cadena de suministro como un sistema socioecológico puede ayudar a los fabricantes a evaluar su papel e identidad en esta reconfiguración. Mediante la construcción de alianzas colaborativas que reflejen interacciones entre niveles en la cadena de suministro, el nivel político-económico y el nivel planetario, los fabricantes no solo pueden adaptarse más rápidamente a los cambios en su entorno contextual, sino también desempeñar un papel transformador en el cambio de sistemas.

5 Conclusiones

La transición de una economía lineal a una circular está creando nuevas oportunidades a nivel de la cadena de suministro. Para los fabricantes, esto no se trata de mejoras incrementales y ganancias de eficiencia. La fase de reorganización del ciclo adaptativo se caracteriza por un cambio más radical en las estructuras y procesos (Pagell & Shevchenko, 2014). Como ha dicho Hugo Spowers, fundador de Riversimple (2018)

"Cuando hay un cambio radical en las condiciones externas, siempre surge una nueva solución desde un lugar sorprendente, no una evolución de la antigua solución: los dinosaurios no fueron reemplazados por mejores dinosaurios. El cambio climático y el agotamiento de recursos nos están presentando precisamente ese cambio radical en las condiciones externas"

Estas nuevas estructuras y procesos, relaciones y capacidades tienen el potencial de reequilibrar nuestro sistema económico, de manera similar a cómo las redes de productores, consumidores, carroñeros y descomponedores funcionan para mantener la salud del ecosistema.

Cabe destacar que este capítulo no representa toda la riqueza de la teoría de la panarquía tal como se ha aplicado a los sistemas ecológicos y sociales (ver, por ejemplo, Evans, 2011; Grundmann et al., 2012; Gunderson & Holling, 2002; Holling, 1986, 2001; Wieland, 2021). Presentamos aquí una conceptualización de la transición de cadenas de suministro lineales a circulares utilizando el ciclo

adaptativo con el propósito de iluminar cómo la cadena de suministro está integrada en una estructura dinámica multinivel. Al adoptar esta visión en capas, una perspectiva panárquica nos permite reimaginar los modelos de cadena de suministro. Reconocer que los sistemas interactúan en diferentes niveles, como la cadena de suministro, el nivel político-económico y el nivel planetario, puede ampliar nuestra capacidad para guiar la trayectoria del cambio de una economía lineal a una circular (Wieland, 2021). La teoría de la panarquía destaca que existen fases de novedad y experimentación en las que pueden surgir nuevos patrones y aprendizajes (Holling, Carpenter, Brock y Gunderson, 2002). Hemos argumentado que la coincidencia de influencias de recuerdo, revuelta y liberación está creando una oportunidad de este tipo. Para los fabricantes, aprovechar esta ventana de oportunidad permitirá la renovación de los modelos de cadena de suministro y el potencial para desempeñar un papel transformador en la configuración de un cambio de sistemas sostenibles para el futuro.