

Transición tecnológica, sustentabilidad y ecoinnovación: el caso de las empresas brasileñas

TECHNOLOGICAL TRANSITION, SUSTAINABILITY AND ECO-INNOVATION: THE CASE OF BRAZILIAN COMPANIES

ABSTRACT: This research poses the need to explore technological alternatives that stimulate the necessary changes for the development of a more sustainable social, economic, technical and environmental system. With that in mind, and based on the case of Brazilian companies, this work delves into the analysis of the potential of eco-innovations with the objective of identifying the differences observed in eco-innovative companies (where innovation reduced its impact on the environment) and innovative firms (which innovated, but did not observe such a change) that made possible, in the case of the first, to outline specific characteristics and recognize strengths and flaws. To that end, special data from the Innovation Survey (Pintec, in Portuguese) by the Brazilian Institute of Geography and Statistics was examined, considering three different dimensions: (i) basic resources, (ii) innovative effort, and (iii) innovation results. Findings revealed significant differences between groups. The main distinction was that eco-innovators performed better in all dimensions. In addition, this group reported a greater ability to perceive obstacles to innovation and the need to expand alternative sources of funding (public and private) and cooperation networks.

KEYWORDS: Brazil, eco-innovation, sustainability, technological transition.

TRANSIÇÃO TECNOLÓGICA, SUSTENTABILIDADE E ECOINNOVAÇÃO: O CASO DAS EMPRESAS BRASILEIRAS

RESUMO: esta pesquisa coloca em destaque a necessidade de procurar alternativas tecnológicas que estimulem as mudanças para o desenvolvimento de um sistema social-econômico-técnico-ambiental mais sustentável. Nesse sentido, neste artigo, explora-se o potencial das ecoinovações, analisando o caso das empresas brasileiras. O objetivo foi identificar a existência de diferenças entre as empresas ecoinovadoras (em que a inovação foi capaz de reduzir seu impacto no meio ambiente) e as inovadoras (que inovaram, mas não observaram essa diminuição), que possibilitassem, no caso das primeiras, delinear características e reconhecer potenciais e debilidades. Para isso, foram analisados dados especiais da Pesquisa de Inovação, do Instituto de Brasileiro de Geografia e Estatística, segundo três dimensões: 1) recursos básicos, 2) esforço inovador, 3) resultados de inovação. Os resultados revelaram significativas diferenças entre os grupos. A principal diferença foi que as ecoinovadoras apresentaram melhores desempenhos em todas as dimensões. Além disso, identificou-se, nestas, uma maior capacidade de percepção dos obstáculos para inovar e a necessidade de ampliar as fontes alternativas de investimento (público e privado) e as relações de cooperação.

PALAVRAS-CHAVE: Brasil, ecoinovação, sustentabilidade, transição tecnológica.

TRANSITION TECHNOLOGIQUE, DURABILITÉ ET ÉCO-INNOVATION : LE CAS DES ENTREPRISES BRÉSILIENNES

RÉSUMÉ: Cette recherche met en évidence la nécessité de rechercher des alternatives technologiques qui stimulent les changements nécessaires au développement d'un système socio-économique-technique-environnemental plus durable. En ce sens, cet article explore le potentiel des éco-innovations, en analysant le cas des entreprises brésiliennes. L'objectif était d'identifier l'existence de différences entre les entreprises éco-innovantes (dans lesquelles l'innovation a pu réduire son impact sur l'environnement) et les entreprises innovantes (qui ont innové, mais n'ont pas observé cette diminution), qui ont permis, dans le cas du premier cas, de délimiter les caractéristiques et reconnaître les potentiels et les faiblesses. Pour cela, on a examiné des données spéciales de la recherche Inovação (Pintec) de l'Institut brésilien de géographie et de statistique (IBGE) selon trois dimensions : i) les ressources de base, ii) l'effort d'innovation et iii) les résultats de l'innovation. Les résultats ont révélé des différences significatives entre les groupes. La principale différence était que les éco-innovantes ont obtenu de meilleurs résultats dans toutes les dimensions. De plus, on a identifié dans celles-ci une plus grande capacité à percevoir les obstacles à l'innovation et la nécessité d'élargir les sources alternatives d'investissement (public et privé) et les relations de coopération.

MOTS-CLÉ: Brésil, éco-innovation, durabilité, transition technologique.

CITACIÓN SUGERIDA: Sperotto, F. Q., & Tartaruga, I. G. P. (2022). Transición tecnológica, sustentabilidad y ecoinnovación: el caso de las empresas brasileñas. *Innovar*, 32(83). 87-104. <https://doi.org/10.15446/innovar.v32n83.99893>

CLASIFICACIÓN JEL: O31; O33; Q55

RECIBIDO: 14/04/2020 APROBADO: 17/05/2021 PREPRINT: 01/11/2021

Esta obra se publica bajo una licencia Creative Commons Atribución-No-Comercial-Sin-Derivadas 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0)



Fernanda Queiroz Sperotto

Ph. D. en Planeamiento Urbano y Regional

Investigadora posdoctoral, Universidade do Porto

Porto, Portugal

Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território (CEGOT)

Rol de la autora: intelectual, experimental y comunicativo

fsperotto@letras.up.pt

<https://orcid.org/0000-0003-2176-1186>

Iván Gerardo Peyré Tartaruga

Ph. D. en Geografía

Profesor e investigador, Universidade do Porto

Porto, Portugal

Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território (CEGOT)

Rol del autor: intelectual, experimental y comunicativo

itartaruga@letras.up.pt

<https://orcid.org/0000-0001-8484-5278>

RESUMEN: Esta investigación pone de relieve la necesidad de buscar alternativas tecnológicas que estimulen los cambios necesarios para el desarrollo de un sistema social-económico-técnico-ambiental más sostenible. En ese sentido, este artículo explora el potencial de las ecoinnovaciones, analizando el caso de las empresas brasileñas. El objetivo fue identificar la existencia de diferencias entre las empresas ecoinovadoras (en que la innovación fue capaz de reducir su impacto en el medioambiente) e innovadoras (que innovaron, pero no observaron esa disminución), que posibilitasen, en el caso de las primeras, delinear características y reconocer potenciales y debilidades. Para eso, fueron examinados datos especiales de la *Pesquisa de Inovação* (Pintec), del *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística* (IBGE), según tres dimensiones: i) recursos básicos, ii) esfuerzo innovador y iii) resultados de innovación. Los resultados revelaron significativas diferencias entre los grupos. La principal diferencia fue que las ecoinovadoras presentaron mejores desempeños en todas las dimensiones. Además, se identificó en estas una mayor capacidad de percepción de los obstáculos para innovar y la necesidad de ampliar las fuentes alternativas de inversión (público y privado) y las relaciones de cooperación.

PALABRAS CLAVE: Brasil, ecoinnovación, empresas, sustentabilidad, transición tecnológica.

Introducción

Recientemente, durante los últimos 15 años, se volvió más intenso el debate acerca de los impactos dañinos de la producción intensiva en fuentes no renovables en el medioambiente, básicamente, cuando se hace uso de combustibles fósiles, y se observa, incluso, su posible agotamiento. Una de las cuestiones más importantes de este debate se refiere a las posibilidades de la tecnología actual que podrían impulsar los cambios necesarios y fomentar un nuevo modelo de desarrollo más sostenible.

En el 2000 sucedió una relevante iniciativa: la creación de la Agenda 2030, con el propósito de establecer un rol de directrices para promover

el desarrollo mundial. Inicialmente, se establecieron ocho objetivos, los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM). La expectativa era que en 2015 los resultados ya fuesen percibidos. Sin embargo, eso no se observó. Para cumplir con más rigor las metas, en 2016, el pacto de la agenda fue ratificado y se definieron 17 objetivos, los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), los cuales privilegian la sostenibilidad y la inclusión. En especial, se destacan dos ODS relacionados con la concepción de un nuevo modelo tecnológico: n.º 9 "construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación" y n.º 12 "garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles" (United Nations Development Programme [UNDP], 2018).

El desafío es promover y consolidar un nuevo modelo productivo, que sería posible gracias a una matriz energética renovable y, al mismo tiempo, más inclusivo, orientado a reducir las desigualdades sociales. La contribución de expertos en los debates ha sido de enorme valor. Se han investigado diferentes dimensiones del modelo tecnológico vigente, así como las adaptaciones y los cambios que deben ocurrir para permitir que surja un sistema social-económico-técnico-ambiental más sostenible. En esa línea, se destacan dos enfoques que resaltan el papel clave de las innovaciones tecnológicas como propulsoras del proceso de desarrollo sostenible: el de las revoluciones tecnológicas, o el paradigma tecno-económico, (Pérez, 2004, 2013), y el de las transiciones profundas (Schot & Kanger, 2018).

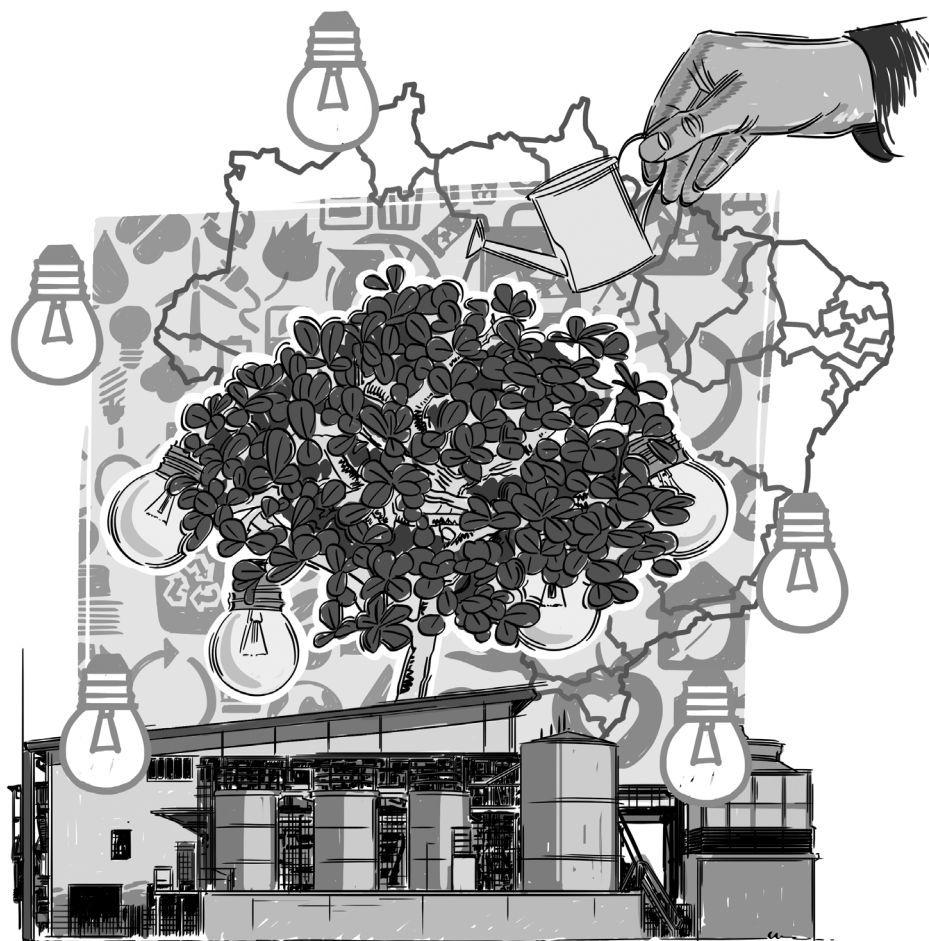
El enfoque de las revoluciones tecnológicas (RT) identifica correspondencias en la trayectoria del surgimiento de nuevas tecnologías, productos e industrias, los cuales dinamizan y transforman los fundamentos de la economía, estimulando un desarrollo duradero (Pérez, 2004, 2013). Al analizar los cambios desde la primera Revolución Industrial, se observó que cada revolución, en los países centrales, tenía algunas características comunes de intervalo de tiempo y dinámica: duraban cerca de 40-50 años y pasaban por dos periodos, el de instalación (fases de irrupción y frenesí) y el de despliegue (fases de sinergia y madurez). A pesar del carácter eminentemente tecnológico, los cambios también son influenciados por otros elementos de la estructura económica, en especial, por el capital financiero (Pérez, 2004, 2013). El sistema financiero ocupa un papel clave en ese proceso, tanto promoviendo sinergias con el sector productivo-tecnológico —o sea, épocas de bonanza (acompañadas de difusión de innovación, incluso, para el propio sector)—, como desencadenando graves desequilibrios (por ejemplo, las burbujas financieras en 2008).

La perspectiva de las transiciones profundas (TP) se centra en la idea que cada cambio es el resultado de un conjunto de revoluciones tecnológicas particulares, que convergen técnica, económica y socialmente hacia un nuevo sistema sociotécnico. Una particularidad es el énfasis en la perspectiva histórica. El punto de partida del enfoque de las TP es la aplicación de tres conceptos originales de la perspectiva multinivel: i) *nichos tecnológicos*, el micronivel, en el cual las innovaciones radicales pueden surgir a través de pequeñas redes de colaboración, y que protegen las tecnologías aún nuevas e inestables de la presión de mercado; ii) *regímenes sociotécnicos*, el nivel medio, que son conjuntos de reglas o rutinas compartidas, más o menos estables y alineadas, las cuales guían el comportamiento de los agentes acerca de cómo producir, regular y utilizar tecnologías de un sistema sociotécnico específico; y iii) *paisaje sociotécnico*, el macronivel, que influencia los actores en los nichos y en los regímenes (Schot & Kanger, 2018).

Por lo tanto, las innovaciones asumen una importante función en el proceso de desarrollo sostenible. Por eso, se habla de ecoinnovaciones, o sea, las innovaciones capaces de reducir el impacto de la producción y del consumo en el medioambiente (Kemp, 2010), y así se convierten en instrumentos fundamentales para el desarrollo económico en este cuadro de transformaciones.

La preocupación con los efectos de la producción y del consumo sobre el medioambiente es conocida y discutida en diversos campos del conocimiento (biología, economía, geografía, etc.). En la temática de la innovación, esa preocupación tuvo gran expansión a partir de 2010, como apuntan los estudios bibliométricos (Bossle et al. 2016; del Río et al., 2016; Díaz-García et al. 2015; García-Granero et al., 2018; Türkeli & Kemp, 2018). Puntualmente, en Brasil las investigaciones sobre ecoinnovación, además de recientes, se basan en estudios de caso (Coelho, 2015; Donadon & Santos, 2018; Farias et al., 2012; Jacomossi et al., 2016) y análisis de encuestas (Hoff et al., 2016; Queiroz & Podcameni, 2014), como propone este artículo.

En términos disciplinares, este estudio se encuadra dentro de la geografía económica evolucionaria (GEE), campo de investigación que se sirve de las ideas darwinianas, orientadas al análisis de la distribución territorial de los fenómenos económicos, como la selección y la herencia de las rutinas de las empresas, la adaptación de los agentes económicos, la variabilidad (variación) de firmas y la habilidad de generar novedades (innovaciones) (Boschma & Martin, 2010). Centrándose más específicamente en la temática ambiental, este trabajo sigue dos enfoques teóricos subyacentes a la GEE: la geografía económica ambiental (Patchell & Hayter, 2013; Schulz & Bailey, 2014; Soye &



Schulz, 2008) y la geografía de las transiciones (Boschma et al., 2017; Hansen & Coenen, 2015; Truffer et al., 2015). El primer enfoque pone en evidencia los aspectos propiamente ambientales en los estudios de geografía económica, y el último suma el rol de los cambios tecnológicos a los elementos anteriores.

Para contribuir en esa discusión, el propósito del artículo es identificar si existen diferencias entre las empresas ecoinnovadoras (en que la innovación fue capaz de reducir su impacto en el medioambiente) e innovadoras (que innovaron, pero no observaron esa disminución) las cuales permitan, en el caso de las primeras, delinear características y reconocer sus potenciales y debilidades. La premisa es que el momento actual se configura como un periodo de transición, en el que hay oportunidades tecnológicas interesantes para estimular el desarrollo sostenible y, por consiguiente, las empresas ecoinnovadoras se vuelven actores clave en ese proceso. Los datos analizados son de la Pesquisa de Inovação (Pintec), del Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), encuesta aplicada a empresas brasileñas. La evaluación se estructura en tres

dimensiones: recursos básicos para innovar, esfuerzos emprendidos y resultados de innovación.

El artículo está dividido en cuatro secciones además de esta introducción. A continuación, en la segunda sección, se examina con más profundidad los dos enfoques teóricos —RT y TP— enfatizando el momento tecnológico actual y el cambio a un modelo más sostenible; en esa misma sección, se presenta el concepto de ecoinnovación, sus atributos y elementos. En la tercera, se describe la metodología de la investigación. En la cuarta, se analiza el perfil de empresas brasileñas que, al innovar, redujeron su impacto ambiental. Finalmente, en la quinta, se presentan las consideraciones finales.

Base teórica y conceptual: preocupación ambiental, cambios tecnológicos y ecoinnovación

Las discusiones acerca de los efectos de la acción humana en los diversos ecosistemas del planeta se han intensificado en los últimos años, y en este movimiento han participado diferentes segmentos de la sociedad, como la

comunidad científica, organizaciones de la sociedad civil, gobiernos (en sus distintas escalas), sindicatos y empresas.

A pesar de los reconocidos avances tecnológicos, una parte significativa de la estructura productiva mundial, incluso el consumo de algunos bienes finales, permanece vinculada al uso de energías no renovables. Para colaborar en esa discusión, esta sección se centrará en dos puntos: i) el debate acerca de la transición tecnológica a un modelo de desarrollo más sostenible e inclusivo y ii) la estrategia de ecoinnovación, como un medio de atenuar los efectos de la producción y del consumo en el medioambiente.

El análisis de las varias dimensiones del padrón tecnológico vigente, así como las adaptaciones y cambios que deben ocurrir para la emergencia de un sistema más sostenible, han atraído la atención de expertos de diversas áreas del conocimiento. Para los estudiosos en cambios tecnológicos, el preocupante escenario de las alteraciones climáticas está asociado a una fase de transición para un nuevo régimen tecnológico (Mazzucato & Semieniuk, 2017; Mazzucato et al., 2015), o sea, en dirección a una nueva transición profunda (Schot & Kanger, 2018), con el propósito de enfrentar los problemas ecológicos, sociales y económicos.

Conforme el abordaje de las RT, en el pasado cada revolución se caracterizaba por saltos tecnológicos que resultaban de innumerables innovaciones incrementales y, en menor número, radicales que se propagaban por el tejido productivo. En el primer momento eso sucede en los países centrales, pero después alcanza los demás países. Desde la primera Revolución Industrial y hasta hoy fueron observadas cinco grandes revoluciones: (1.^a) Revolución Industrial de 1771; (2.^a) Era del vapor y de los ferrocarriles, 1829; (3.^a) Era del acero, de la electricidad y de la ingeniería pesada, 1875; (4.^a) Era del petróleo, de los automóviles y de la producción en serie, 1908, y (5.^a) Era de la informática y de las telecomunicaciones, 1971 (Pérez, 2004, 2013).

La lógica de esos ciclos establece que naciones o regiones, que hacen inversiones correctamente en innovaciones tecnológicas, tendrán más condiciones para tomar una posición frente la próxima revolución (Pérez, 2004, 2013). Aquí vale decir que la dinámica del capital financiero constituye una palanca esencial del cambio tecnológico. En ese sentido, actualmente, las inversiones en tecnologías e innovaciones verdes —energías renovables, biotecnología, procesos y productos más eficientes técnica y ecológicamente— son clave en la inminente revolución tecnológica (Freeman, 1996; Mazzucato & Semieniuk, 2017; Mazzucato et al., 2015; Pérez, 2013).

Otra relevante contribución acerca de la evolución del sistema socioeconómico-tecnológico es el enfoque de las TP.

Según esa visión, la primera transición profunda empezó en la primera Revolución Industrial y tuvo una duración de 250 años, mucho más larga que las RT discutidas antes. Mientras el enfoque de las RT analiza cada salto de desarrollo, identificando su paradigma tecnológico y puntuando discontinuidades entre uno y otro, en el enfoque de las TP se destacan los grandes cambios que, en verdad, son la agregación de una secuencia de saltos menores de desarrollo, centrados en ciertos nichos (Schot & Kanger, 2018). Por consiguiente, todos los cinco ciclos identificados en el enfoque de las RT formarían parte de una gran transición.

La dinámica del proceso de las TP se comprende de la siguiente forma: existen reglas de conducta que rigen acciones y prácticas, las cuales surgen y pueden perpetuarse en el tiempo. El conjunto de esas reglas (metarreglas), que permanecen por un tiempo, es lo que determina el funcionamiento del sistema sociotécnico. Luego, cuando emerge una nueva regla (formada en un nicho, o sea, en un pequeño grupo de empresas o en un segmento productivo) se aplica solo en un régimen individualizado, que sería el primer nivel. Sin embargo, a medida que se propaga en otros regímenes, esa nueva regla pasa a alinearse con otras normas (según nivel), hasta integrar el conjunto principal (metarreglas), lo cual moldea el sistema sociotécnico vigente (tercer nivel). No obstante, la relación entre las reglas y los sistemas no necesariamente sigue una trayectoria determinista, porque a lo largo de la experimentación tecnológica los actores pueden o no introducir nuevas reglas o cambiar las existente (Schot & Kanger, 2018).

Además, ese modelado resulta de presiones exógenas que pertenecen a un cierto escenario o paisaje sociotécnico, en el cual los actores no pueden intervenir en el corto plazo. Las guerras, los desastres naturales, las crisis económicas, los efectos de la globalización, de la urbanización y los cambios climáticos son ejemplos de esas presiones. Por ejemplo, los cambios climáticos son macroeventos (paisaje sociotécnico), que pueden remodelar el régimen sociotécnico (nivel mediano), a partir de alternativas gestadas en los nichos (micronivel) y, por fin, dando condiciones para el surgimiento de una nueva gran transición.

En ese sentido, dos aspectos merecen atención. Primero, diferente del enfoque de las RT —que se centra, principalmente, en los propietarios de la producción y en el capital financiero—, en las TP las decisiones y comportamientos de los demás actores (consumidores, representantes de la sociedad civil, gobiernos, instituciones de investigación, etc.) también determinan la trayectoria de los sistemas técnicos. Segundo, la posición relacionada con un cambio más favorable rumbo a la segunda gran transición es más cautelosa cuando se compara a la de las RT (Schot & Kanger,

2018). Luego, para los teóricos de las TP no hay garantías de que la etapa actual de transición generará un sistema sociotécnico capaz de reducir las desigualdades y los problemas del cambio climático, que a su vez tenga como resultado un desarrollo más sostenible. No obstante, los dos abordajes reconocen la relevancia de las innovaciones tecnológicas en la búsqueda de nuevas configuraciones más sostenibles de desarrollo. Por lo tanto, los nichos de innovación, formados principalmente por el conjunto de empresas innovadoras, asumen un protagonismo especial. O sea, las innovaciones y, en particular, las ecoinnovaciones se convierten en instrumentos fundamentales para atenuar los efectos de la producción y del consumo sobre el medioambiente.

Según el informe *Measuring Eco-innovation*, la ecoinnovación se define como:

la producción, asimilación o exploración de un producto, proceso productivo, servicio o gestión, o método de negocio que es nuevo para la organización (desarrollado o adoptado por ella) y que da como resultado, a lo largo de todo su ciclo de vida, la reducción del riesgo ambiental, polución y otros impactos negativos del uso de recursos (incluso de energía) comparados con alternativas aplicables. (Kemp & Pearson, 2007, p. 7)

Es necesario destacar dos aspectos en ese concepto. El primero es que, como las demás innovaciones, la noción de ecoinnovación se establece en el nivel de la empresa, conforme la directriz del Manual de Oslo (Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], 2005). De este modo, se considera como *ecoinnovación* cualquier producto, proceso o forma organizacional que sea nuevo para la empresa, aunque ya sea conocido en el mercado. En ese sentido, las empresas ecoinnovadoras asumen un papel clave frente al propósito de reducir el impacto en el medioambiente y mejorar su *performance* ambiental.

El segundo es la amplitud de la ecoinnovación a lo largo de las etapas de vida del producto, que apunta a una preocupación tanto sobre los efectos de la producción como del consumo. El Observatorio de Ecoinnovación señala esa característica presentando la categoría de *ecoinnovación de flujos de materiales*. La idea es identificar a lo largo de las cadenas de valor de productos y procesos las innovaciones capaces de reducir la intensidad y el uso de materiales y, al mismo tiempo, elevar la eficacia del servicio y del bienestar (European Commission, 2010). Esa noción está directamente relacionada con la propuesta de sistemas circulares de uso y reuso de materiales, preconizada por la economía circular, que enfatiza la reutilización de partes de productos para crear otros bienes, así como

también nuevas posibilidades de consumo y comercialización, para promover un descarte más inteligente.

En general, la innovación sucede cuando una empresa desarrolla innovaciones para otras empresas; aplica internamente innovaciones desarrolladas en otro lugar y por otras instituciones (empresas, institutos de investigación, universidades, etc.); o simplemente adopta de forma pasiva la novedad. Siguiendo esa lógica, hay tres perfiles de ecoinnovadores: i) ecoinnovadores estratégicos, que desarrollan equipamientos y servicios de ecoinnovación para otra empresa; ii) ecoadaptadores estratégicos, que ejecutan intencionalmente las ecoinnovaciones, desarrolladas internamente o adquiridas de otras empresas; y iii) ecoinnovadores pasivos, que solo aplican innovaciones, pero sin una estrategia anticipada para ecoinnovar (Kemp & Pearson, 2007).

Hay por lo menos cuatro formas de ecoinnovar. La primera es aplicando tecnología ambiental, o sea, desarrollando procesos o maquinaria que aprovechen de forma sostenible los insumos o reduzcan los impactos de la producción en el medioambiente. Otra es empleando métodos organizacionales o de gestión —como programas de prevención, sistemas de gestión ambiental y certificación, y cooperación con otras instituciones en el descarte de residuos— con el propósito de reducir el impacto ambiental. La fabricación de productos más amigables con el medioambiente, como uso compartido de bienes o edificaciones ecológicas, es otra manera. Por fin, la formación de sistemas de innovación verdes, por medio de complejos alternativos de producción y consumo, con el fin de reducir los efectos nocivos para el medioambiente —como incentivo a las energías renovables y la producción orgánica— también es una forma de ecoinnovar (Kemp, 2010; Kemp & Pearson, 2007).

Es interesante verificar tres grandes líneas de acción de ecoinnovación: i) *component addition*, ii) *sub-system change* y iii) *system change* (Carrillo-Hermosilla et al., 2009). En la primera, el plan de la empresa asume un carácter reactivo frente a la contaminación que genera; aquí predominan los procedimientos *end-of-pipe*, los cuales intentan mejorar la calidad del agua o del aire, mediante el uso de filtros y otros mecanismos para ese fin. La segunda, de modo más activo, emplea la noción de eficiencia ecológica, la cual busca mitigar el impacto ambiental reduciendo la cantidad de insumos (materias primas, energía y demás materiales) o mejorando su aprovechamiento, al tiempo que procura extender esa eficiencia a los productos finales. Por fin, la tercera, más acentuada, se refiere a un cambio significativo en el sistema, presumiendo no solamente la reducción de los impactos negativos, sino también la posibilidad de crear impactos positivos. O sea,

distinto de las primeras estrategias que admitían un *trade-off* entre medioambiente y producción y consumo, la última explora la idea de eficacia ecológica, la cual se inspira en sistemas de la naturaleza para crear nuevos modelos de producción y consumo.

Con respecto al grado de novedad, semejante a las demás innovaciones, las ecoinnovaciones pueden ser disruptivas (cuando la innovación provoca un cambio en el paradigma tecnológico o en la operación de todo un sistema), radicales (cuando nuevos productos o procesos causan una ruptura al punto de crear nuevas industrias y mercados) o incrementales (cuando mejoramientos en productos, procesos o técnicas aumentan la eficiencia de materiales, sin cambiar sustancialmente la tecnología aplicada) (Carrillo-Hermosilla et al., 2009; Gutman & López, 2017).

La exposición a reglas o normas ambientales más rigurosas, la adopción de estrategias para reducir costos mediante el mejor uso de los recursos naturales, de energía y de materias primas, y la posibilidad de ampliar la participación en el mercado, cautivando a consumidores más sensibles a la defensa ambiental, son ejemplos de motivaciones que llevan las empresas a ecoinnovar (Arundel & Kemp, 2009; Horbach, 2008; Horbach et al., 2012; Kemp & Pontoglio, 2011; Porter & van der Linde, 1995; Triguero et al., 2013). No obstante, la mayoría de las veces es muy difícil identificar si la ecoinnovación fue previamente planeada a partir de una motivación ambiental, o si fue uno de los resultados de una estrategia de innovación con otros propósitos (Carrillo-Hermosilla et al., 2009; Kemp & Pearson, 2007). De una forma o de otra, su impacto positivo no pierde valor, y tampoco se reduce su importancia como mecanismo de desarrollo sostenible.

Sin embargo, hay obstáculos como la dependencia de tecnologías ya conocidas; los costos y precios que tienden a favorecer soluciones menos eficientes al medioambiente; las dificultades de obtener financiamiento en razón de los elevados riesgos, algo muy recurrente en procesos de innovación; esfuerzos insuficientes en I+D; regulaciones o normas de protección ambiental poco claras y muy detalladas; insuficiente demanda de productos ecológicos o con menor impacto ambiental; incertidumbre sobre el retorno de la inversión ante la presencia de imitadores, y la propiedad de bienes públicos presente en los beneficios ambientales (Arundel & Kemp, 2009; Díaz-García et al., 2015; Karakaya et al., 2014; Kemp, 2010; Kemp & Pearson, 2007; Ziegler, 2018).

Para analizar los efectos y características de las ecoinnovaciones, se sugieren cuatro enfoques básicos. El primero destaca los insumos relacionados con las actividades de innovación como los gastos con I+D, incluso el personal y su

respectiva cualificación, adquisiciones de máquinas y equipamientos, compras de proyectos de I+D, *softwares* y otras actividades afines. En el segundo están los productos intermediarios como el número de patentes y publicaciones científicas. El número de innovaciones, su descripción y datos de ventas de los nuevos productos son otro enfoque. Por fin, se encuentran medidas de impacto indirecto, mensurables a partir de datos agregados, que captan efectos de cambios de productividad y eficiencia (Arundel & Kemp, 2009; Kemp, 2010).

Conforme la revisión de la bibliografía y estudios bibliométricos, unos de los enfoques más recurrentes en las investigaciones de ecoinnovación son los factores que determinan las empresas a buscar mitigar o disminuir su impacto medioambiental (Bossle et al., 2016; Carrillo-Hermosilla et al., 2009; del Río et al., 2015, 2016; Díaz-García et al., 2015; Hojnik & Ruzzier, 2016; Queiroz & Podcameni, 2014; Triguero et al., 2013). Entre los métodos aplicados se destacan los estudios de caso y análisis basados en encuestas específicas o más generales (como las de innovación). Debido a la relevancia del tema, la Unión Europea, mediante su Plan de Acción de Ecoinnovación, acompaña casos de ecoinnovación implementados y mide el efecto en sus países miembros a través de dos parámetros: el Eco-innovation Index y el Circular Economy Indicators¹.

En resumen, avanzar en una comprensión alternativa, que valoriza la posibilidad de conciliar los propósitos del crecimiento económico con la necesidad de preservación ambiental —diversa de aquellas que presuponen la existencia permanente de un *trade-off* entre esos objetivos— es fundamental. Por esa razón, conocer el perfil de las empresas ecoinnovadoras es algo muy importante para establecer acciones y políticas que estimulen el desarrollo sostenible.

Metodología

La investigación se estructuró a partir de tres etapas para identificar las diferencias y similitudes entre las empresas ecoinnovadoras e innovadoras. La primera consistió en una revisión de literatura sobre innovación y ecoinnovación, tanto de aspectos teóricos conceptuales como estudios empíricos. La segunda etapa ha tenido la finalidad de seleccionar la base de datos.

En la revisión bibliográfica, se identificó que una parte expresiva de estudios de innovación se ampara en encuestas específicas como el *Community Innovation Survey* (Unión Europea) y *Business R&D and Innovation Survey* (Estados

¹ Para obtener más información se puede acceder al siguiente enlace: https://ec.europa.eu/environment/ecoap/frontpage_es.

Unidos). Para analizar el caso del Brasil, se eligió la base de datos de la Pesquisa de Inovação (Pintec), ejecutada por el Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Así como las demás mencionadas, la Pintec es pautaada según el Manual de Oslo² (OECD, 2005) y se aplica a una muestra de empresas, de más de diez empleados, que actúan en los sectores de la industria, de electricidad y gas, y de servicios seleccionados³. La encuesta contempla una serie de elementos, como la naturaleza de las innovaciones —de producto, de proceso y organizacional y *marketing*—; las actividades de innovación realizadas; las fuentes de financiamiento: las formas de cooperación, la variedad de información; y los beneficios y problemas observados durante el transcurso de la innovación.

La tercera etapa organizó los datos en tres dimensiones (temáticas), definidas por los siguientes aspectos: i) recursos básicos, que analiza dos elementos principales —el número de empleados en actividades de I+D y su nivel de calificación, y la capacidad de la empresa para autofinanciar sus proyectos de innovación; ii) esfuerzo innovador, que evalúa las actividades y acciones llevadas a cabo por la empresa para innovar; y iii) resultados de innovación, que aprecia las tasas de innovación, además de los beneficios y obstáculos observados. A partir de esas temáticas, fueron examinadas las características de cada grupo de empresas y establecidas sus similitudes y diferencias.

Criterio de selección de los grupos de empresas

La etapa dos —de selección de los datos— comprendió dos momentos. El punto de partida fue identificar en la Pintec preguntas que mencionaban los efectos de la innovación sobre el medioambiente. En esa revisión fue verificado que, aunque no haya cuestiones exclusivas sobre prácticas, estrategias o proyectos de ecoinnovación, la encuesta contempla algunos efectos, entre los cuales está la reducción del impacto en el medioambiente.

Más precisamente, las empresas son indagadas sobre los efectos de las innovaciones de producto (bienes o servicios) y proceso en la reducción del impacto sobre el medioambiente, indicando tres grados de intensidad: alto, mediano y bajo o no relevante (IBGE, 2016). Así, se considera que la pregunta, semejante a lo propuesto por Queiroz &

Podcameni (2014), es una medida de desempeño ambiental y, por lo tanto, una *proxy* para evaluar el perfil de las empresas ecoinnovadoras, a partir del uso de datos obtenidos en encuestas como las mencionadas anteriormente.

Sin embargo, es oportuno señalar que, a pesar de que la Pintec examina también cuestiones relativas a la reducción del consumo de energía, materias-primas y agua, esas reducciones están a menudo más relacionadas con la gestión de costos que con la gestión ambiental (Horbach et al., 2012; Kemp & Pearson, 2007; Queiroz & Podcameni, 2014); por ese motivo, se optó por tratarlas de forma secundaria en la investigación. Aún es pertinente hacer dos consideraciones finales sobre la base de datos: i) la Pintec, como otras encuestas semejantes, tiene el propósito de examinar aspectos más generales de la innovación y, en consecuencia, no se profundiza en el tema medioambiental; y ii) las respuestas de las empresas suelen estar sujetas a la retórica corporativa y, así, podrían estar sobrevaloradas.

El segundo momento consistió en solicitar al IBGE la confección de dos conjuntos de datos, representados por dos grupos de empresas:

- ECOINNO —ecoinnovadoras—, formado por las empresas que afirmaron que la innovación permitió reducir de forma *elevada o mediana* los impactos en el medioambiente.
- INNO —innovadores sin preocupación con el medioambiente—, compuesto por empresas que declararon en esa pregunta grado *bajo o no relevante*.

El criterio de selección está sintetizado en la figura 1. Los datos estadísticos incluyen el agregado de los sectores económicos contemplados por la encuesta, en los últimos trienios: 2005-2008, 2009-2011 y 2012-2014. Es preciso destacar que la pregunta acerca de los efectos en el medioambiente empezó a aplicarse en la encuesta del 2008.

El perfil ecoinnovador de las empresas brasileñas: análisis de datos y discusión

La edición 2012-2014 de la Pintec contempló 47.638 empresas, de las cuales 19.179 (40,2%) informaron que la innovación permitió una reducción del impacto ambiental, con alta o mediana relevancia. A lo largo del periodo 2008-2014, hubo un aumento gradual del número de las ECOINNO. Con respecto al tamaño, más de la mitad (57,4%) de estas son pequeñas empresas (desde 10 hasta 29 empleados), mientras que la participación de las grandes (más de 250 empleados) no es despreciable, pues suman un 7%. En el

² Para obtener más información se puede acceder al siguiente enlace: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/multidominio/ciencia-tecnologia-e-inovacao/9141-pesquisa-de-inovacao.html>

³ Este sector contempla empresas de telecomunicaciones; de TI; de arquitectura e ingeniarías; de testeos y análisis técnicos; de I+D; de tratamiento de datos, Internet y otros correlatos; de edición, integrada o no a la impresión; y de actividades de grabación de sonido y de edición de música (IBGE, 2016).

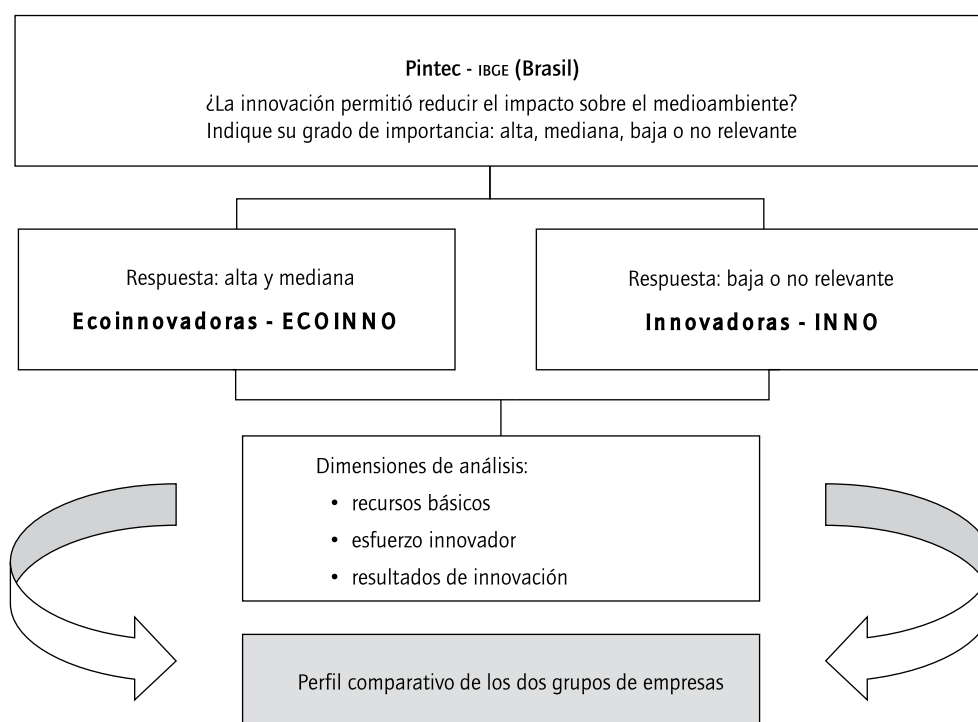


Figura 1. Diseño del criterio de selección de los grupos de empresas ecoinnovadoras (ECOINNO) e innovadoras (INNO). Fuente: elaboración propia.

grupo INNO, las pequeñas también son la mayoría (58,3%), pero la participación de las grandes es menor (5%) (IBGE, 2018). Aunque no sea posible afirmar que el tamaño sea un componente que influye (Díaz-García et al., 2015), la mayor exposición a las presiones de defensa ambiental y la mayor capacidad de capital para ecoinnovar son hipótesis plausibles para explicar la participación más elevada de grandes empresas en las ECOINNO (del Río et al., 2016).

Recursos básicos

La cualificación de los trabajadores es uno de los aspectos relevantes para desarrollar innovaciones. El nivel de cualificación de los profesionales que actúan directamente en actividades de investigación y desarrollo (I+D) determina la capacidad de innovación de la empresa, en especial en la búsqueda de nuevas soluciones, para mejorar productos o procesos. Uno de los indicadores de calidad es el número de empleados que actúan en actividades de I+D, tanto de forma continua como parcial.

Al analizar los datos de empleados, tanto con dedicación exclusiva como parcial (figura 2)⁴, se observa que entre 2008 y 2014 hubo un aumento en los dos grupos de

empresas, algo muy positivo (IBGE, 2018). Sin embargo, a pesar de las ECOINNO representaren un conjunto menor de empresas, el número de personas que actúan en I+D es sensiblemente mayor, con una diferencia de cerca de 10.000 empleados en 2014. En consecuencia, el indicador del número promedio de empleados en actividades de I+D de las ECOINNO es dos veces mayor que el de las INNO: en 2014, en las ECOINNO había, en promedio, 3,1 empleados en actividades de I+D, mientras que en las INNO esa relación fue de 1,7 empleados (IBGE, 2018).

El nivel de cualificación de los empleados fue otro factor distintivo entre los dos grupos. En 2014, en las ECOINNO, se observa que el porcentaje de empleados en actividades de I+D con posgrado fue superior: 12,1%, contra el 8% en las INNO (IBGE, 2018). Adicionalmente, entre 2008 y 2014, en las INNO, hubo una reducción expresiva, indicando una pérdida de más de la mitad de los empleados; mientras tanto, en las ECOINNO el número se mantuvo estable (IBGE, 2018). Vale recalcar que, en 2014, cerca de dos tercios de los investigadores con posgrado (63,5%) ejercían alguna actividad de innovación en las empresas ECOINNO (IBGE, 2018). Ese dato es muy revelador, pues confirma que el ambiente para innovar en las ECOINNO es más cualificado y, por consiguiente, más propenso a crear innovaciones de mayor impacto o radicalidad. Así, aunque no sea posible afirmar directamente que las ECOINNO innoven más, pues los dos grupos analizados son de empresas que innovaron,

⁴ El número total de empleados es la suma del número de empleados con dedicación exclusiva y con dedicación parcial, ponderado por el porcentaje mediano de dedicación.

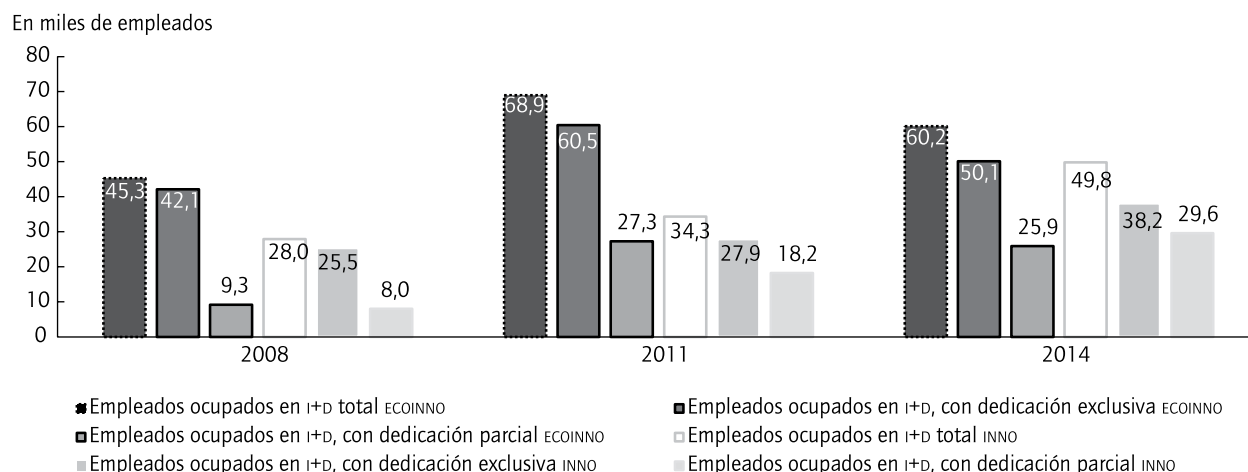


Figura 2. Número de empleados en actividades de I+D, en las empresas ecoinnovadoras (ecoinno) e innovadoras (inno), en miles, Brasil (2008-2014). Fuente: elaboración propia con base en IBGE (2018).

el potencial de innovación atribuido al grado de cualificación profesional en I+D amplía el alcance y la intensidad de las innovaciones, hecho muy positivo en un momento de transición tecnológica, lo que impone con urgencia el establecimiento de nuevos modos de producción y consumo capaces de mitigar los riesgos ambientales.

Otro parámetro para evaluar la capacidad de innovación es el índice de Intensidad de Innovación (II). Este índice es la proporción de los gastos en actividades de innovación en relación con el ingreso neto de las ventas, o sea, la disponibilidad propia de la empresa para financiar sus costos de innovación. El II puede ser desagregado en total (suma de los gastos en innovación, en sus distintas formas, como I+D interno y externo, formación de mano de obra, adquisición de máquinas y equipamientos, etc.) e interno (basado

solamente en los recursos para costear el I+D en la empresa). Esa distinción permite averiguar la inversión de las actividades de innovación, principalmente de aquellas que son fomentadas internamente.

En los dos grupos de empresas el II-total, de 2008 hasta el 2011, se mantuvo en el mismo nivel. Pero en 2014 los valores se alteraron, indicando tendencias distintas en los grupos: mientras en las INNO hubo un aumento, en las ECOINNO ocurrió una reducción (figura 3). Con esa reducción, las ECOINNO mantuvieron sus niveles de II-interno (IBGE, 2018).

No obstante esas variaciones, a lo largo del periodo las ECOINNO presentaron una mayor disposición financiera para llevar a cabo sus actividades de innovación. Aun

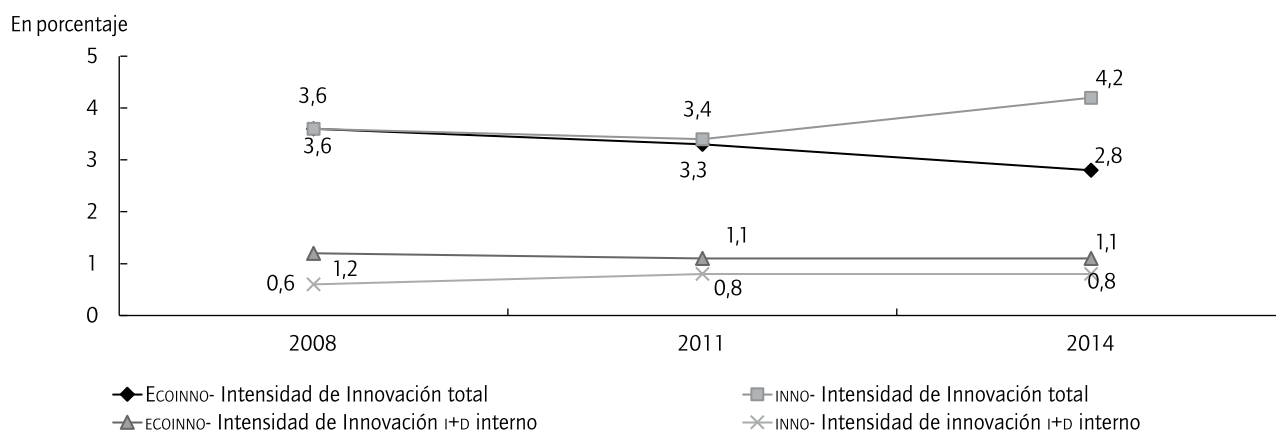


Figura 3. Índice de Intensidad de Innovación de las empresas ecoinnovadoras (ecoinno) e innovadoras (inno), Brasil (2008-2014). Fuente: elaboración propia con base en IBGE (2018).

representando un número menor de empresas, los gastos por empresa tanto en términos absolutos como medios fueron mayores. En 2014, el costo mediano de las ECOINNO con actividades de innovación fue de R\$2,76 millones y de R\$5,80 millones, en actividades internas de I+D. En las INNO, los dispendios por empresa fueron menores: R\$1,65 millones y R\$1,63 millones, respectivamente (IBGE, 2018)⁵.

Esa diferencia de inversión, junto a las variaciones destacadas sobre los investigadores en actividades de I+D, son muy relevantes, indicando una predisposición mayor para asumir riesgos por parte de las ECOINNO. En un escenario de emergencia climática como el actual, esa conducta expresa una visión estratégica acerca de los desafíos que se presentan en ese momento de transición rumbo a un nivel más sostenible de desarrollo. De otro modo, el cambio climático abre una ventana de oportunidad, así las empresas más dispuestas a llevar a cabo sus innovaciones con impactos ambientales positivos estarán más capacitadas para liderar la transición verde (Mazzucato & Semieniuk, 2017; Mazzucato et al., 2015; Pérez, 2013).

Esfuerzo innovador

Las empresas que pretenden desarrollar innovaciones deben poner en práctica un conjunto de acciones y actividades.

⁵ En USD, los valores corresponden: i) en las ECOINNO US\$ 1,04 millones y US\$ 2,18 millones, en este orden; y ii) en las INNO US\$ 621 mil y US\$ 613 mil, respectivamente.

Aunque no se pueda garantizar que den como resultado nuevos productos o procesos, la movilización de la empresa o, mejor, su esfuerzo para ese fin es un aspecto imprescindible para el desarrollo de los procesos para innovar en general.

En 2014, la mayoría de las empresas ECOINNO (82,3%) e INNO (80,3%) manifestaron haber ejecutado alguna actividad de innovación (figura 4). En los dos grupos, la compra de máquinas y equipamientos fue la modalidad más recurrente. En segundo nivel, hubo acciones como la capacitación de la mano de obra, la compra de *software* y la introducción de innovaciones tecnológicas en el mercado. Las actividades internas de I+D y la adquisición de otros conocimientos externos fueron mencionados por cerca del 20% de las empresas. Por otro lado, la compra externa de I+D fue la acción de menor representatividad (IBGE, 2018).

En particular, las actividades internas de I+D representan una categoría muy importante para la innovación. Ese esfuerzo interno refleja la conducción de un planeamiento innovador por parte de la empresa, una tarea difícil incluso para las empresas innovadoras. La creación y manutención de un núcleo de I+D tiene implicaciones en aportes económicos permanentes y sus resultados, a veces inciertos, que solo son verificadas en el mediano o largo plazo. Al comparar los dos grupos de empresas, en 2014, en el grupo de las ECOINNO las acciones internas de I+D que tenían carácter continuo representaban 80,5% y las de carácter ocasional un 19,5%; en las INNO esa proporción fue de 70,1%

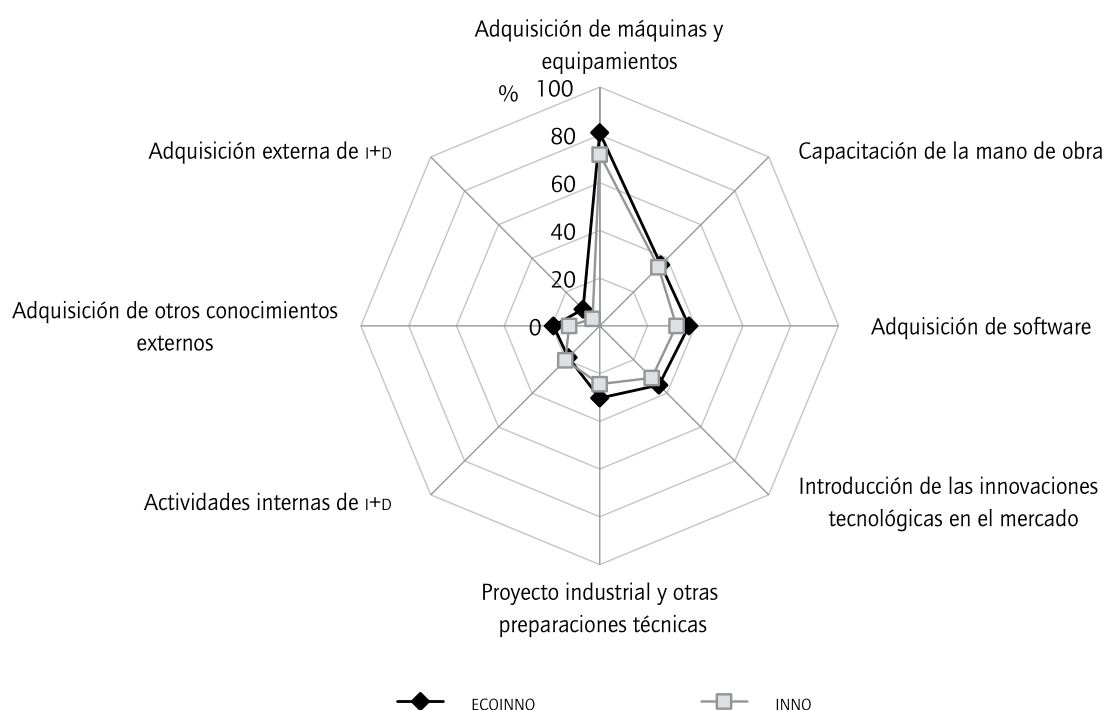


Figura 4. Actividades de innovación en las empresas ecoinnovadoras (ECOINNO) e innovadoras (INNO), Brasil (2014).

Fuente: elaboración propia con base en IBGE (2018).

y 29,9% respectivamente (IBGE, 2018). Esa diferencia merece ser distinguida, pues señala que en las ECOINNO existe una rutina más sistemática de I+D y, en consecuencia, más esfuerzo y mejores oportunidades para innovar. Dada la celeridad que demanda el enfrentamiento de los cambios climáticos, esas actividades de I+D deben ser estimuladas por políticas públicas (de innovación y ambiental), frente al impacto positivo que generan para estimular las ecoinnovaciones (Ziegler, 2018).

Al respecto de los montos destinados a esas actividades, en los tres trienios analizados los aportes de las ECOINNO fueron superiores (IBGE, 2018). Esa información respalda los niveles del índice de intensidad de innovación. En particular, la suma que las ECOINNO invierten en actividades de I+D es muy expresiva, prácticamente el 40% de sus recursos totales. En contraposición, los gastos con adquisición externa de I+D son menores, lo que sugiere una tendencia de generación interna de conocimiento, algo favorable a la estrategia de innovación de largo plazo. Ya en las INNO, la diferencia del monto de esas dos modalidades de apropiación I+D es menor. Merece destacar también la composición general de los costos en actividades de innovación más diversificada en las ECOINNO, algo adecuado ante los riesgos presentes en los proyectos de innovación (IBGE, 2018).

Otra información que debe ser subrayada son las fuentes de los recursos aplicados en las actividades internas de I+D. En los dos grupos, la mayor suma financiera para esas acciones tiene origen en el capital propio de las empresas. Según la última encuesta, el 86,% de los montos invertidos en actividades de I+D internas por las ECOINNO provinieron de recursos propios, mientras que en las INNO esa participación fue un poco menor, de un 80,6%. Entre las posibilidades de obtener recursos a través de terceros están otras empresas, el sector público e inversiones externas (IBGE, 2018). Es pertinente señalar que la prevalencia de recursos propios no es algo deseable, pues puede resultar en aumento de los riesgos para innovar. En el caso de las ECOINNO, que necesitan posicionarse en la “vanguardia verde”, con propuestas de mayor repercusión para el medioambiente, la predominancia de fuentes propias puede significar la ejecución de proyectos menos radicales.

En parte, una forma de contornar ese problema es ampliar su red de información. Las fuentes de información son canales imprescindibles que ayudan a asimilar nuevos conocimientos, estimulan la creatividad y elevan el potencial de innovación de las empresas. En el trienio de 2012-2014, las fuentes de mayor relevancia fueron las redes de información informatizadas, los clientes o consumidores, los proveedores, las ferias y exposiciones y los competidores (figura 5). Es interesante observar que las ECOINNO,

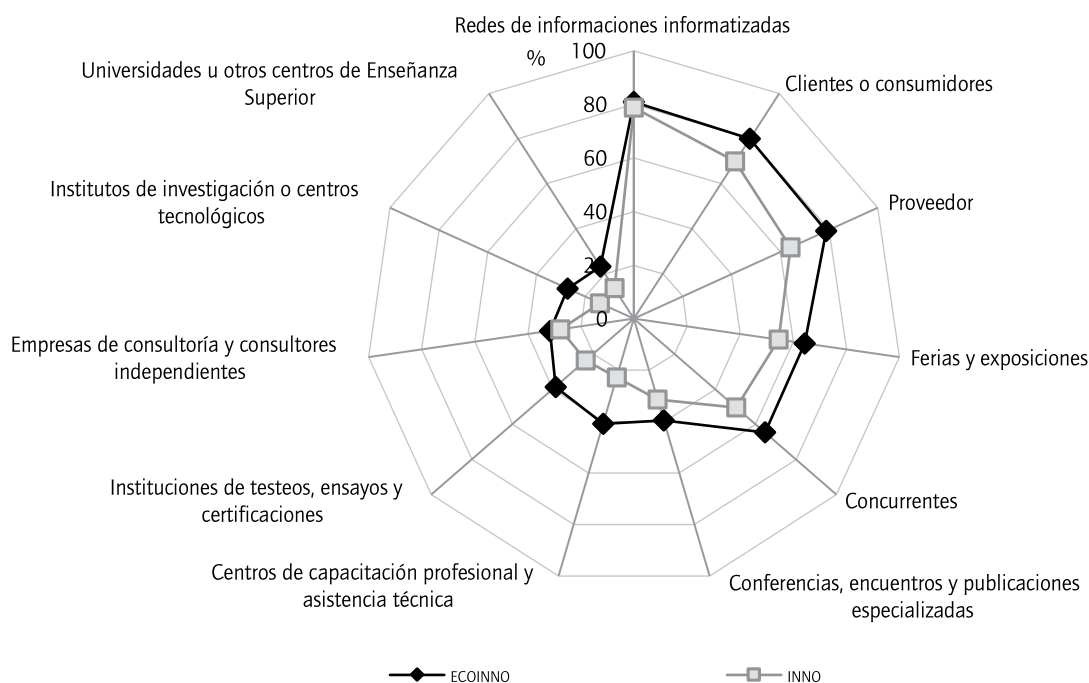


Figura 5. Fuentes de información de las empresas ecoinnovadoras (ECOINNO) e innovadoras (INNO), Brasil (2012-2014). Datos de empresas que atribuyeron importancia “alta” o “media” a la fuente de información empleada. Fuente: elaboración propia con base en IBGE (2018).

en comparación con las INNO, atribuyen más relevancia al conjunto de fuentes. Ese comportamiento revela una postura más activa en la búsqueda de informaciones a través de otros medios, algo muy positivo para el desarrollo de ecoinnovaciones, como es el caso de los accesos a las instituciones de testeos, ensayos y certificaciones, y los centros de capacitación profesional y asistencia técnica (IBGE, 2018).

La cooperación —empresas con empresas o empresas con otras organizaciones— también es un elemento importante para la innovación, pues amplía la capacidad de acumular conocimiento, ayuda a poner en práctica los proyectos y establece valiosos intercambios para el avance de I+D. En el trienio 2012-2014, las ECOINNO mantuvieron más relaciones de cooperación con grados alto o mediano que las INNO, en todas las formas de colaboración (figura 6). Sin embargo, el porcentaje aún es bajo, pues no supera el 20% (IBGE, 2018). Conforme se ha identificado en otros estudios, las diferencias clave de las ECOINNO son la cooperación con universidades e institutos de investigación, con instituciones de testeos, ensayos y certificaciones, y con centros de capacitación (del Río et al., 2015, 2016; Horbach, 2008; Triguero et al., 2013). En particular, las interacciones con universidades y centros de investigación tienen mucho para contribuir en el desarrollo de ecoinnovaciones, pues son ambientes con capital humano altamente cualificado, que actúan en la frontera del conocimiento.

La encuesta también averigua la proporción total de empresas que implementaron innovaciones en relación con la

cooperación con otras organizaciones. Para ambos grupos, las ocurrencias de ese tipo de cooperación son poco frecuentes: en 2014, en las ECOINNO el porcentaje fue 17,6%, mientras que en las INNO 13,8% (IBGE, 2018). A pesar de ese bajo valor, al analizar ese dato con el anterior, es posible identificar que las ECOINNO poseen una mayor capacidad de desarrollar innovaciones en colaboración. Por consiguiente, sus esfuerzos para innovar son superiores, sea en valores monetarios, sea en diversidad y relevancia de acciones y en cooperación.

Las relaciones de cooperación, en conjunto con las políticas públicas y las capacidades internas (como personal cualificado en núcleos internos de I+D), son *drivers* que tienen más relevancia para las ecoinnovaciones que para las innovaciones en general (del Río et al., 2016). Por lo tanto, ese perfil permite inferir que en el universo de las empresas innovadoras las ECOINNO están más alineadas y aptas para enfrentar los desafíos de un inminente cambio tecnológico. Además de demostrar más intento para llevar a cabo sus proyectos, están anticipando relevantes ventajas de competencia.

Resultados de la innovación

El principal indicador de resultado de innovación es la tasa general de innovación, medida que capta, en el total de la muestra, las empresas que implementaron innovaciones de producto, proceso o ambos. Como los dos grupos analizados están compuestos por empresas que innovaron, la tasa general de innovación fue del 100%. En este sentido,

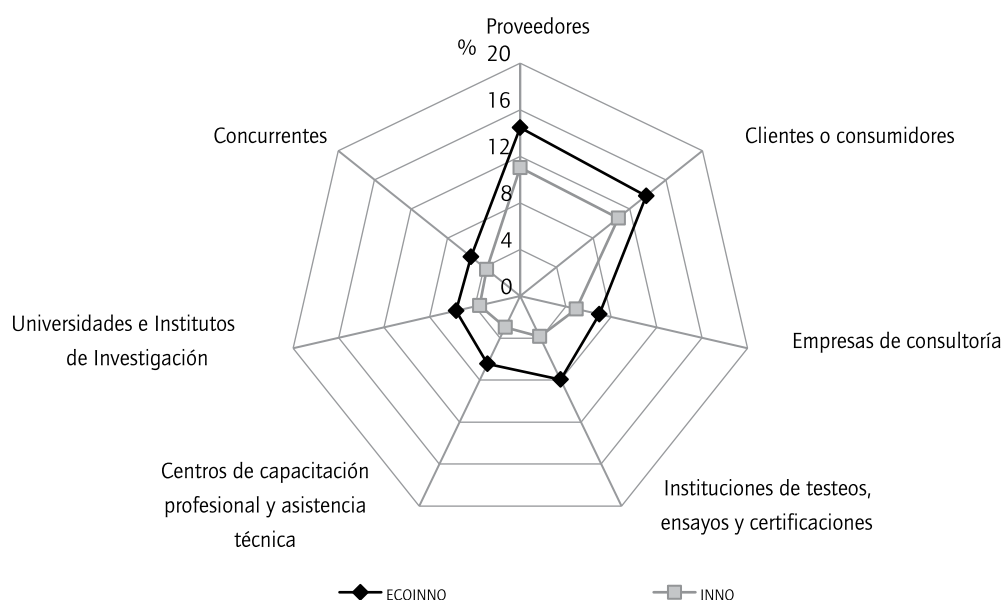


Figura 6. Empresas ecoinnovadoras (ECOINNO) e innovadoras (INNO) que cooperaron con organizaciones, Brasil (2012-2014). Datos de empresas que atribuyeron importancia "alta" o "media" al agente de cooperación. Fuente: elaboración propia con base en IBGE (2018).

es apropiado valorar el resultado mediante la tasa de innovación desagregada —producto y proceso— en el ámbito de los mercados nacional y mundial, en la que este último representa el nivel más elevado de impacto.

Antes de examinar los datos, es permitiente subrayar que las ecoinnovaciones —de producto o de proceso— son influenciadas por algunos aspectos más que otros. Por ejemplo, las ecoinnovaciones de producto son motivadas, sobre todo, por factores de demanda, oportunidades en mercados verdes y presión social; por otra parte, las de proceso son básicamente desarrolladas e implementadas para reducir el consumo de energía y de los demás insumos, aparte de atender reglas o normas de defensa ambiental (del Río et al., 2016).

En lo que concierne a las innovaciones de producto, el resultado de las empresas ECOINNO fue superior, principalmente en el mercado mundial, a pesar de los positivos avances observados en las INNO. Según lo expuesto en la tabla 1, en el trienio 2012-2014, el 9,7% de las innovaciones de producto de las ECOINNO fueron novedades en el mercado nacional y un 1,6% en el mercado mundial. En las INNO, el alcance de la novedad fue del 11,3% en el ámbito nacional y del 1% en el mundial. Aun así, el grado de radicalidad en los dos grupos es bajo, al comparar ese resultado con el de otros países más desarrollados.

Tabla 1.
Tasas de innovación, ecoinnovadoras (ECOINNO) e innovadoras (INNO), según mercado, Brasil (2006-2014).

Empresas/trienios		Producto		Proceso	
		Nacional	Mundial	Nacional	Mundial
ECOINNO	2006-2008	10,0	1,5	7,3	0,4
	2009-2011	10,3	1,8	8,6	0,6
	2012-2014	9,7	1,6	10,0	0,7
INNO	2006-2008	8,6	0,4	3,5	0,1
	2009-2011	7,2	0,8	4,2	0,6
	2012-2014	11,3	1,0	6,2	0,7

Nota. Las tasas son referentes al grado de novedad del principal producto o proceso declarado por la empresa. Fuente: elaboración propia con base en IBGE (2018).

Con respecto a las innovaciones de proceso, la evolución fue favorable en ambos grupos, indicando una mejora continua. Sin embargo, hay un aspecto muy interesante que se debe señalar: en el recorte nacional, las tasas de innovación de proceso de las ECOINNO son superiores, cerca de cuatro puntos porcentuales, mientras que en el recorte mundial esa diferencia desaparece, o sea, las ECOINNO y las INNO están en los mismos niveles (tabla 1). Una hipótesis razonable para ese comportamiento es que el efecto de reducir el impacto en el medioambiente de las ECOINNO

resulte en más innovaciones de procesos que de productos. Además, como las tasas en el recorte mundial son bajas, es muy probable también que esas innovaciones de proceso desarrolladas por las ECOINNO brasileñas para reducir el impacto en el medioambiente sean ya conocidas por empresas de otros países. En general, las ecoinnovaciones de proceso están más asociadas a factores relacionados con la oferta, como los recursos tecnológicos y las capacidades de gestión (del Río et al., 2016; Triguero et al., 2013).

Con respecto al retorno financiero —proporción de las ventas de productos nuevos o sustancialmente mejorados en las ventas totales— en las ECOINNO la rentabilidad de las ventas en los mayores rangos de participación tuvo un incremento a lo largo del período, mientras que en las INNO el movimiento fue al contrario (tabla 2).

Tabla 2.
Porcentaje de productos nuevos/sustancialmente mejorados en total de las ventas internas, ecoinnovadoras (ECOINNO) e innovadoras (INNO), Brasil (2008, 2011 y 2014).

Productos nuevos/ sustancialmente mejorados	2008		2011		2014	
	ECOINNO	INNO	ECOINNO	INNO	ECOINNO	INNO
Menos del 10%	23,1	17,9	24,0	31,9	17,2	20,5
Del 10% al 40%	49,7	40,5	39,4	43,6	41,9	47,6
Más del 40%	27,2	41,6	36,6	24,5	40,9	31,9
Total de empresas	7.664	17.667	9.249	14.033	9.273	15.225

Fuente: elaboración propia con base en IBGE (2018).

Una consecuencia observada en la innovación es la generación de valiosos efectos positivos, algunos previamente intencionados y otros no. Esos efectos pueden ser agrupados en tres grandes categorías: de competencia, que considera nuevas ventajas de la empresa en el mercado; de producción, que comprende básicamente mejoras de proceso, derivados de reducción de cantidad de insumos o mejor aprovechamiento de estos; y de protección, que abarca otros beneficios relacionados con las condiciones generales de trabajo y las directrices de normas y patrones.

Los datos que se presentan en la figura 7 se refieren a las empresas que contestaron los beneficios de la innovación con grados “alto” o “medio” de relevancia. Es visible la mayor sensibilidad de las ECOINNO frente a esos efectos favorables. En los tres trienios, en prácticamente todas las subcategorías, las ECOINNO manifestaron elevado grado de relevancia derivado de sus innovaciones (IBGE, 2018). La única excepción en que el grado de las INNO fue superior ocurrió en el ítem *ampliación de la gama de productos*, de 2012-2014. Como se esperaba, las mayores diferencias a favor de las ECOINNO están en los efectos positivos sobre la producción, especialmente los relacionados con un menor

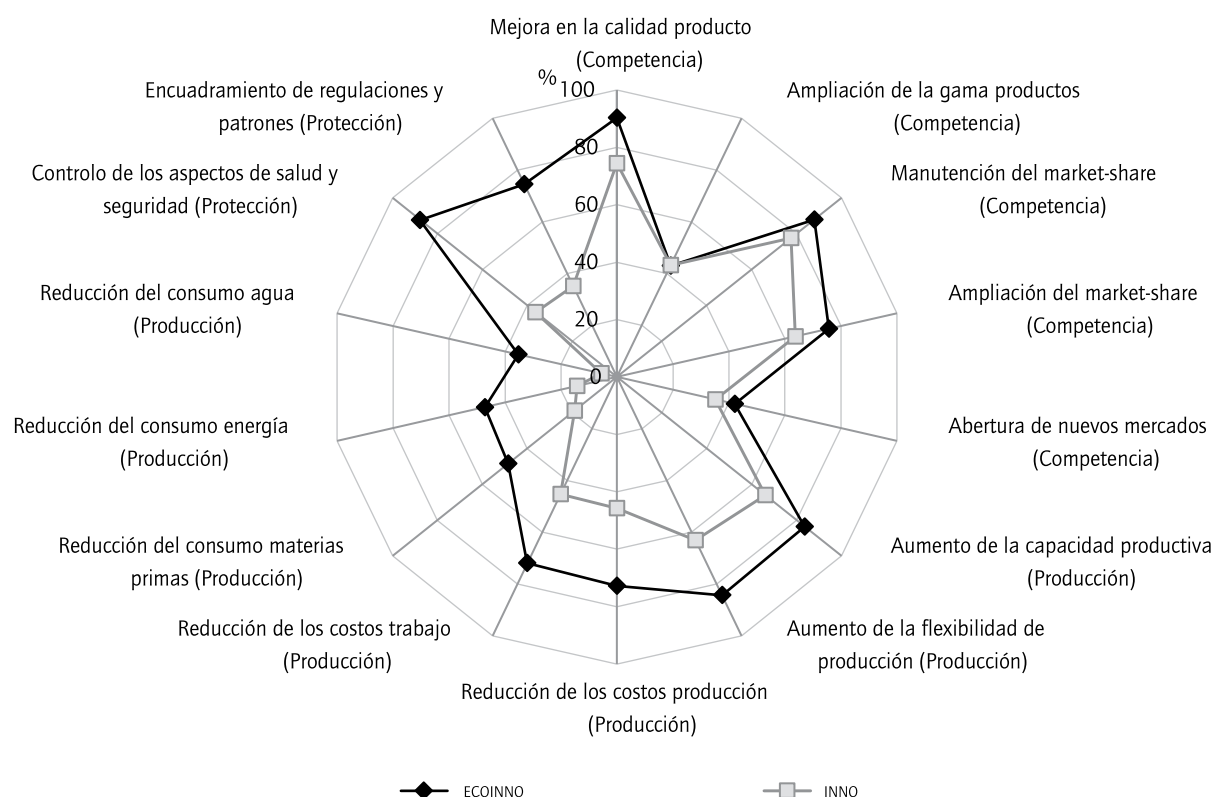


Figura 7. Beneficios apuntados por las empresas ecoinnovadoras (ECOINNO) e innovadoras (INNO), según categoría, Brasil (2012-2014). Datos de empresas que atribuyeron importancia "alta" o "media" al beneficio. Fuente: elaboración propia con base en IBGE (2018).

impacto ambiental, principalmente, como la reducción del consumo del agua. Ese punto merece ser destacado, pues refleja los frutos de aplicación de medidas y acciones necesarias para enfrentar el agotamiento del medioambiente y mitigar los cambios climáticos, algo vital para la transición tecnológica sostenible. En un segundo nivel de diferencias, están los beneficios en los costos de producción y de trabajo. No menos importante fueron también los beneficios de competencia, en especial la mejora de calidad de producto y el mantenimiento del *market-share* e, incluso, su ampliación (IBGE, 2018).

La estrategia de innovación demanda una serie de capacitaciones, empezando por la calificación de sus trabajadores, el número de investigadores en actividades de I+D, además de promover otras actividades específicas, sumadas a los importantes enlaces con agentes diversos a través de cooperación. Sin embargo, todos esos elementos no garantizan el desarrollo de innovaciones, ni tampoco aseguran un escenario más amistoso o rentable de estas. Las informaciones de la figura 8 ponen en evidencia un aspecto interesante: el grupo de empresas que más innova —las ECOINNO— son también las que más apuntan dificultades para innovar.

Para analizar esos datos, los problemas y obstáculos fueron reunidos en tres tipos de barreras: económica (los costos y fuentes de recursos monetarios disponibles), técnica (cualificación de la mano de obra, variedad y oferta de insumos, conocimiento tecnológico, estructura organizacional y acceso a la información) e institucional (redes públicas y privadas de apoyo, marco legal de protección de conocimiento, instituciones de ciencia y tecnología, cooperación y relación empresa-consumidores).

Como era de esperarse, las barreras económicas son los obstáculos de mayor efecto en las empresas de los dos grupos. Sin embargo, las ECOINNO manifestaron más susceptibilidad acerca de los elevados costos (90,6%), riesgos económicos (83,9%) y escasez de fuentes adecuadas de financiamiento (73,3%). Aquí se debe recordar el importante papel del capital financiero en las revoluciones tecnológicas (Pérez, 2013). En el presente, es cada vez más necesario establecer sinergias entre la política de transición verde y los canales de inversión pública y privada, difundiendo en estos últimos las oportunidades y ventajas de las ecoinnovaciones. Más aún, a pesar de los obstáculos económicos, es imperativo rememorar que las ECOINNO demostraron una mayor capacidad de autofinanciamiento y,

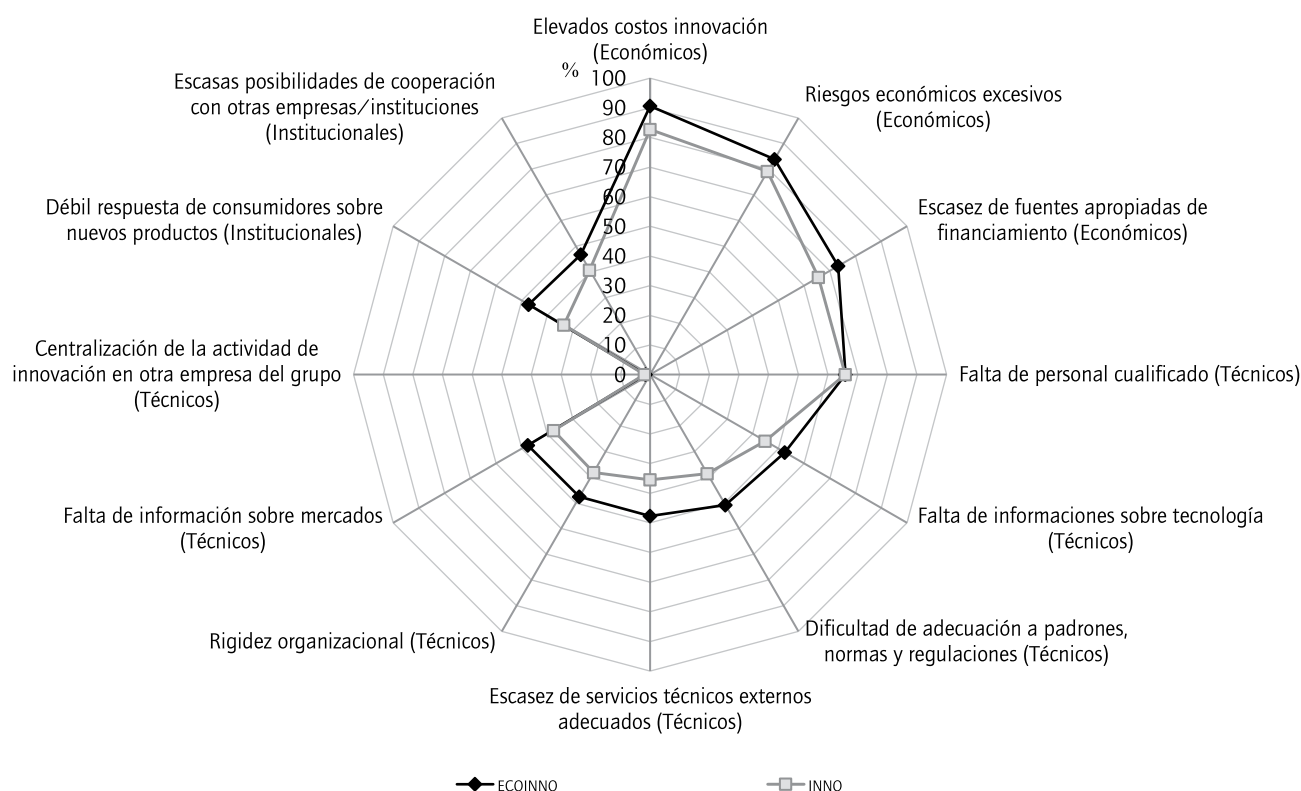


Figura 8. Obstáculos identificados por las empresas ecoinnovadoras (ECOINNO) e innovadoras (INNO), según categoría, Brasil (2012-2014). Datos de empresas que atribuyeron importancia "alta" o "media" al obstáculo. Fuente: elaboración propia con base en IBGE (2018).

por lo tanto, más predisposición en asumir riesgos. Sin embargo, los ecoinnovadores tienden a tener más dificultades para atraer inversores privados (Díaz-García et al., 2015).

Las barreras técnicas se encuentran en una posición intermedia. No obstante, la falta de personal cualificado fue señalada por el 66% de las empresas en los dos grupos. En el caso de las ECOINNO, se confirma que esas empresas experimentan con más intensidad las dificultades relacionadas con la falta de información sobre tecnología (52,5%), la adecuación a patrones, normas y regulaciones (50,8%), la escasez de servicios técnicos externos (47,7%), la rigidez organizacional (47,6%) y la falta de información sobre mercados (47,6%) (IBGE, 2018). Es probable que esas barreras estén vinculadas a los propósitos de ecoinnovación, ya que los proyectos necesitan previamente adecuaciones de mitigación de impacto ambiental. Por un lado, la aplicación de normas más rigurosas de defensa ambiental motiva el desarrollo de ecoinnovaciones (Horbach et al., 2012; Triguero et al., 2013; Ziegler, 2018), pero, por otro, su complejidad o falta de claridad son grandes obstáculos para los ecoinnovadores (Arundel & Kemp, 2009).

En la barrera institucional, la principal distinción entre los dos grupos fue la débil respuesta de los consumidores a

los nuevos productos. Quizá aquí la lógica sea la misma: el empeño para crear productos ecoinnovadores genera mayores esfuerzos por parte de las ECOINNO y, por lo tanto, más expectativas de respuesta de los consumidores.

Consideraciones finales

Analizando el contexto actual, a pesar de que el sistema técnico haya permitido hasta hoy la generación de riqueza y bienestar, también fue responsable del surgimiento de desequilibrios ecológicos y desigualdades sociales. Por lo tanto, la premisa es que estaríamos en un proceso de gestión para una nueva transición profunda, con el propósito de enfrentar los problemas ecológicos, sociales y económicos. Así, estaríamos en un momento de alteraciones importantes en el paradigma tecnológico, que permitirían avanzar a un sistema social-económico-técnico-ambiental más sostenible.

En ese momento de búsqueda de soluciones más conciliadoras entre la producción-consumo y la naturaleza, las ecoinnovaciones asumen un importante protagonismo. El escenario global (paisaje sociotécnico), los patrones tecnológicos (regímenes sociotécnicos) de regiones y países, y los diversos nichos tecnológicos, todos en evolución, ponen

retos importantes para el desarrollo territorial en general. En este contexto, resulta interesante observar las actuaciones relativas a las innovaciones, en el campo ambiental de las empresas mediante las cuales, en conjunto (nichos y regímenes), se pueden configurar sistemas de ecoinnovación, o el inicio de tales configuraciones.

Con el propósito de contribuir en ese debate, el presente artículo examinó las características, al igual que los potenciales y debilidades, de las empresas brasileñas ecoinnovadoras. El diseño de ese perfil se convierte en una herramienta muy importante para orientar la elaboración de políticas de ecoinnovación, capaces de auxiliar en la transición tecnológica para un modelo más sostenible de desarrollo económico-social.

Al mismo tiempo que los indicadores y resultados de las ecoinnovadoras fueron superiores, fue posible observar una conducta convergente con los propósitos de la transición tecnológica en dirección a un paradigma sustentable de producción y consumo. Las condiciones internas de esas empresas se mostraron más favorables para impulsar innovaciones de mayor impacto y, por lo tanto, con más efectos positivos en el medioambiente. Las medidas de empeño innovador también se revelaron más adecuadas a la transición verde —como su red más amplia de colaboración y de fuentes de información—, reforzando su capacidad para desarrollar proyectos más arrojados de innovación. Como sus innovaciones resultan, directa o indirectamente, en beneficios al medioambiente, esas empresas ocupan una posición de “vanguardia verde”, la cual les permite adelantarse en importantes ventajas de competencia. Un aspecto no esperado, pero muy interesante, fue verificar en las ecoinnovadoras una mayor perceptibilidad al reportar los beneficios y obstáculos en la ejecución de la innovación. Esa postura indica, por un lado, un mayor compromiso en emprender sus planes de innovación; por otro, una mayor sensibilidad acerca de la necesidad de romper con el padrón actual y establecer un nuevo modelo conciliador con los diversos ecosistemas del planeta. Cualquiera de esas motivaciones ratifica la premisa de la transición que está sucediendo.

Obviamente, el ritmo de esa transición no es el mismo en todos los países o regiones. Por lo tanto, en el caso brasileño, la elaboración de ese perfil fue de igual modo importante para revelar aspectos que necesitan atención. Uno de ellos es la baja participación de recursos de terceros para financiar las innovaciones y, en consecuencia, los altos riesgos para innovar. La ampliación de fuentes alternativas de inversión (incluso de origen extranjero) y las políticas de cooperación con universidades e institutos

de investigación son acciones viables. Como se ha mencionado, las ecoinnovaciones se desarrollan en una de las fronteras de conocimiento que más demanda urgencia, y las universidades y centros de investigación tienen mucho para contribuir para su desarrollo. Ese es uno de los puntos en los que se desea avanzar: investigar la sinergia entre universidad y empresa en el ámbito de los nichos, rumbo a la creación de sistemas de (eco)innovación, en el ámbito de la geografía económica de las transiciones.

Financiación y agradecimientos

El presente artículo tuvo apoyo del Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território (CEGOT), financiado con fondos nacionales a través de la Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT), bajo la referencia UIDB/04084/2020. Los autores agradecen a los técnicos de la Pintec/IBGE por la tabulación especial y a los evaluadores anónimos por sus sugerencias.

Declaración de conflicto de interés

Los autores no manifiestan conflictos de intereses institucionales ni personales.

Referencias bibliográficas

- Arundel, A., & Kemp, R. (2009). *Measuring eco-innovation*. [Working Paper Series, United Nations University]. <http://collections.unu.edu/eserv/UNU:324/wp2009-017.pdf>
- Boschma, R., & Martin, R. (Eds.). (2010). *The handbook of evolutionary economic geography*. Edward Elgar.
- Boschma, R., Coenen, L., Frenken, K., & Truffer, B. (2017). Towards a theory of regional diversification: Combining insights from evolutionary economic geography and transition studies. *Regional Studies*, 51(1), 31-45. <https://doi.org/10.1080/00343404.2016.1258460>
- Bossle, M.B., Barcellos, M.D., Vieira, L. M., & Sauvée, L. (2016). The drivers for adoption of eco-innovation. *Journal of Cleaner Production*, 113, 861-872. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.11.033>
- Carrillo-Hermosilla, J., del Río, P., & Könnölä, T. (2009). *Eco-innovation: When sustainability and competitiveness shake hands*. Palgrave Macmillan.
- Coelho, M. A. (2015). Eco-inovação em uma pequena empresa de reciclagem da cidade de Manaus. *INMR - Innovation & Management Review*, 12(1), 121-147. <https://doi.org/10.11606/rai.v12i1.100319>
- Del Río, P., Peñasco, C., & Romero-Jordán, D. (2015). Distinctive features of environmental innovators: An econometric analysis. *Business Strategy and Environment*, 24(6), 361-385. <http://doi.org/10.1002/bse.1822>
- Del Río, P., Peñasco, C., & Romero-Jordán, D. (2016). What drives eco-innovators? A critical review of the empirical literature based on econometric methods. *Journal of Cleaner Production*, 112(4), 2158-2170. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.009>

- Díaz-García, C., González-Moreno, A., & Sáez-Martínez, F. J. (2015). Eco-innovation: insights from a literature review. *Innovation: Organization & Management*, 17(1), 6-23. <http://doi.org/10.1080/14479338.2015.1011060>
- Donadon, F. A. B., & Santos, D. F. (2018). A relevância da eco-inovação para resíduos sólidos na agroindústria da fruticultura. *Revista Gestão & Tecnologia*, 18(3), 205-227. <http://revistagt.fpl.edu.br/get/article/view/1251>
- European Commission (2010). *Eco-innovation Observatory. Methodological Report*. http://www.chamberofecocommerce.com/images/EIO_Methodological_Report_2010.pdf
- Farias, A. S., Costa, D. S., Freitas, L. S., & Cândido, G. A. (2012). Utilização de eco-inovação no processo de manufatura de cerâmica vermelha. *INMR - Innovation & Management Review*, 9(3), 154-174. <https://www.revistas.usp.br/rai/article/view/79280>
- Freeman, C. (1996). The greening of technology and models of innovation. *Technological Forecasting and Social Change*, 53(1), 27-39. [https://doi.org/10.1016/0040-1625\(96\)00060-1](https://doi.org/10.1016/0040-1625(96)00060-1)
- García-Granero, E. M., Piedra-Muñoz, L., & Galdeano-Gómez, E. (2018). Eco-innovation measurement: A review of firm performance indicators. *Journal of Cleaner Production*, 191, 304-317. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.04.215>
- Gutman, V., & López, A. (2017). Producción verde y ecoinnovación. En S. Rovira, J. Patiño, & M. Schaper (Comp.), *Ecoinnovación y producción verde: una revisión sobre las políticas de América Latina y el Caribe* (pp. 21-41). CEPAL. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/40968-ecoinnovacion-produccion-verde-revision-politicas-america-latina-caribe>
- Hansen, T., & Coenen, L. (2015). The geography of sustainability transitions: Review, synthesis and reflections on an emergent research field. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 17, 92-109. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2014.11.001>
- Hoff, D. N., Avellar, A. P., & Andrade, D. C. (2016). Eco-inovação nas empresas brasileiras: investigação empírica a partir da Pintec. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 26(1), 73-87. <https://redibec.org/ojs/index.php/revibec/article/view/117>
- Hojnik, J., & Ruzzier, M. (2016). What drives eco-innovation? A review of an emerging literature. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 19, 31-41. <http://doi.org/10.1016/j.eist.2015.09.006>
- Horbach, J. (2008). Determinants of environmental innovation. New evidence from German panel data sources. *Research Policy*, 37(1), 163-173. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.08.006>
- Horbach, J., Rammer, C., & Rennings, K. (2012). Determinants of eco-innovations by type of environmental impact. The role of regulatory push/pull, technology push and market pull. *Ecological Economics*, 78, 112-122. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.04.005>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2016). *Pesquisa de Inovação 2014*. <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv99007.pdf>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2018). *Pesquisa de Inovação 2008, 2011 e 2014. Tabulação especial*.
- Jacomossi, R., Demajorovic, J., Bernardes, R., & Santiago, A. L. (2016). Fatores determinantes da ecoinovação: um estudo de caso a partir de uma indústria gráfica brasileira. *Gestão & Regionalidade*, 32(94), 101-117. <https://doi.org/10.13037/gr.vol32n94.3134>
- Karakaya, E., Hidalgo, A., & Nuur, C. (2014). Diffusion of eco-innovations: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 33, 392-399. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.01.083>
- Kemp, R. (2010). Eco-innovation: Definition, measurement and open research issues. *Economia Política*, 27(3), 397-420. <https://www.rivisteweb.it/doi/10.1428/33131>
- Kemp, R., & Pearson, P. (2007). *Final report MEI project about measuring ecoinnovation*. UM-Merit. <https://www.oecd.org/env/consumption-innovation/43960830.pdf>
- Kemp, R., & Pontoglio, S. (2011). The innovation effects of environmental policy instruments. A typical case of the blind men and the elephant? *Ecological Economics*, 72, 28-36. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2011.09.014>
- Mazzucato, M., & Semieniuk, G. (2017). Public financing of innovation: New questions. *Oxford Review of Economic Policy*, 33(1), 24-48. <https://doi.org/10.1093/oxrep/grw036>
- Mazzucato, M., Semieniuk, G., & Watson, J. (2015). *What will it take to get us to a Green Revolution?* [Policy Paper]. SPRU; University of Sussex. <https://www.sussex.ac.uk/webteam/gateway/file.php?name=what-will-it-take-to-get-us-a-green-revolution.pdf&site=264>
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2005). *Oslo Manual: Guidelines for collecting and interpreting innovation data*. (3.^a ed.). <http://doi.org/10.1787/19900414>
- Patchell, J., & Hayter, R. (2013). Environmental and evolutionary economic geography: Time for EEG2? *Geografiska Annaler: Series B, Human Geography*, 95(2), 111-130. <https://doi.org/10.1111/geob.12012>
- Pérez, C. (2004). *Revoluciones tecnológicas y capital financiero: la dinámica de las grandes burbujas financieras y las épocas de bonanza*. Siglo XXI Editores.
- Pérez, C. (2013). Unleashing a golden age after the financial collapse: Drawing lessons from history. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 6, 9-23. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2012.12.004>
- Porter, M. E., & van der Linde, C. (1995). Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship. *Journal of Economic Perspectives*, 9(4), 97-118. <https://doi.org/10.1257/jep.9.4.97>
- Queiroz, J. M., & Podcameni, M. G. (2014). Estratégia inovativa das firmas brasileiras: convergência ou divergência com as questões ambientais? *Revista Brasileira de Inovação*, 13(1), 187-224. <https://doi.org/10.20396/rbi.v13i1.8649076>
- Schot, J., & Kanger, L. (2018). Deep transitions: Emergence, acceleration, stabilization and directionality. *Research Policy*, 47(6), 1045-1059. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2018.03.009>
- Schulz, C., & Bailey, I. (2014). The green economy and post-growth regimes: Opportunities and challenges for economic geography. *Geografiska Annaler: Series B, Human Geography*, 96(3), 277-291. <https://doi.org/10.1111/geob.12051>
- Soyez, D., & Schulz, C. (2008). Editorial: Facets of an emerging Environmental Economic Geography (EEG). *Geoforum*, 39(1), 17-19. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2007.03.004>
- Triguero, A., Moreno-Mondéjar, L., & Davia, M. A. (2013). Drivers of different types of eco-innovation in European SMEs. *Ecological Economics*, 92, 25-33. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2013.04.009>
- Truffer, B., Murphy, J. T., & Raven, R. (2015). The geography of sustainability transitions: Contours of an emerging theme. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 17, 63-72. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2015.07.004>

- Türkel, S., & Kemp, R. (2018). Changing patterns in eco-innovation research: A bibliometric analysis. En J. Horbach & C. Reif (Eds.), *New developments in eco-innovation research* (pp. 13-54). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-93019-0_2
- United Nations Development Programme. (2018). *The sustainable development goals*. <https://sustainabledevelopment.un.org>
- Ziegler, A. (2018). Disentangling technological innovations: A micro-econometric analysis of their determinants. En J. Horbach & C. Reif (Eds.), *New developments in eco-innovation research* (pp. 123-146). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-93019-0_6