

## CAPITULO VI: Innovación y Tecnología

Para Gavito et al (2017), tecnología implica aplicar conocimiento para generar nuevos métodos, procesos, servicios y dispositivos. La innovación tecnológica es la transformación de una idea en un producto, proceso, artefacto o práctica operativa, incluyendo nuevas maneras de organizarse socialmente. La innovación tecnológica implica conocer y generar nuevos procesos y prácticas de generación, adopción, implementación, monitoreo y evaluación de las mismas. Posiciones tradicionales asociadas a la innovación tecnológica y al desarrollo consideran a la primera inherentemente beneficiosa y naturalmente proveniente de un proceso que recorre desde la ciencia básica, la ciencia aplicada y luego a la tecnología; la cual llega a la sociedad por medio de la comercialización empresarial y el desarrollo de patentes para brindar protección a la propiedad intelectual.

### 6.1. Más Allá de la Innovación Tecnológica

El modelo lineal de innovación tecnológica se cuestiona frontalmente motivado a que una cantidad de innovaciones y tecnologías diversas producen alta contaminación, generan riesgos sanitarios, influyen negativamente en la diversidad biocultural y, de la misma forma, a recursos naturales con efectos indeseados en la conservación de los recursos y desmejoramiento de la sostenibilidad y la calidad de vida (Olsson & Galaz, 2012). Igualmente, una variedad de tecnologías es inaccesible e inadaptada a las características ambientales y sociales de países en vías de desarrollo, sobre todo en contextos rurales.

Igualmente, responden a exigencias de mercados olvidando necesidades sociales (Cannatelli et al, 2012). Así, históricamente, han surgido variados movimientos proponentes de modelos de producción y uso de tecnologías alternas. Entre ellos la *Eco-tecnología*, entendida como métodos, procesos y dispositivos que trabajan por una relación equilibrada con el ambiente y buscan ofrecer a sus usuarios

beneficios ambientales-económico-sociales, relacionados con contextos sociales y ecológicos determinados (Ortiz et al, 2014).

Otras muestras son formadas por la llamada “*Tecnología Apropriada*,” la cual busca alcanzar bajos costos y un consumo energético reducido e, igualmente, estimular sus usos locales y colectivos (Thomas et al, 2014). También, la “*Tecnología Alternativa*” la cual estimula construir, en asociación con comunidades, modelos sociales descentralizados para estimular la autosuficiencia facilitada por recursos renovables y la disminución del uso de insumos convencionales (Fressoli et al, 2015). En este ámbito, la llamada innovación Tecno-Ecológica se aceptaría como la generación conjunta, llamada también «Innovación Inclusiva», de nuevos dispositivos, procesos, métodos y prácticas.

En este escenario novedoso, los usuarios son actores esenciales del desarrollo y, además, se transforman en proveedores de conocimiento y demandantes de atención a sus necesidades, requerimientos y prioridades como usuarios de las tecnologías desarrolladas en las organizaciones y centros de investigación. También se transforman en actores importantes en los procesos de desarrollo, en los cuales contribuyen con saberes y conocimientos y demandan la atención de sus necesidades prioritarias (Fressoli, Días & Thomas, 2014). Así, la innovación tecno-ecológica enfatiza impulsar y coordinar la producción fluida de conocimiento, el cual puede ser científico *stricto sensu* u originario del “diálogo de saberes” entre comunidades y participantes sociales, con la finalidad de innovar interactuando ayudados por procesos/métodos/productos orientados al cuidado del ambiente y la naturaleza.

La innovación tecno-ecológica pretende generar tecnología que atienda demandas y necesidades particulares de diferentes actores sociales; tales como, ciudadanos en general, empresas, comunidades rurales, campesinos y organizaciones sociales orientados a la protección ambiental. Su objetivo se encamina a mejorar la calidad del ambiente, produciendo esperados y necesitados resultados sociales, enfocándose en comunidades vulnerables y carentes (Fressoli et al, 2015). Entre

las áreas más importantes para generar innovación tecno-ecológica está la utilización sustentable de los recursos naturales. Para esta tarea se necesita incorporar desde la innovación en la forma de ser del «agente» de innovación, las instituciones, las prácticas de trabajo y las interrelaciones con los actores locales. Se trata de generar y usar conocimientos por diferentes actores en procesos que inciden colectivamente en políticas y marcos institucionales. Este tipo de trabajos estimulan formas mejoradas de investigación-participativa, con componentes y actores adicionales, en procesos de aprendizaje democrático relacionados con temas complejos, los cuales requieren de la participación interdisciplinaria, con la gestión de la práctica iterativa de respuestas cada vez más discutidas y certeras, guiadas por los contextos socio-ecológicos locales y regionales particulares.

En estos tiempos, el aspecto tecnológico ha asumido una posición muy primordial y globalizante que logra manifestarse como sistemas socio-tecno-ecosistémicos integrados (Redman & Miller, 2015), haciendo hincapié en su papel de conector entre el ambiente y el ser humano, denominados también sistemas socio-tecno-ecológicos (SETS, siglas en inglés). Entendido de otra manera, no se pueden comprender con amplitud los efectos de la acción humana sobre el ambiente, ni buscar soluciones a las crisis ambientales, sin hacer uso de la tecnología adecuada. La innovación eco-tecnológica orientada a alcanzar la sostenibilidad solo se logrará interactuando con la sociedad, el seguimiento íntegro del proceso desde su concepción hasta su apropiación y de la retroalimentación entre los actores participantes. El cambio y la transformación demandan enfoques integrales y transdisciplinarios que amalgamen la ciencia y las necesidades de la sociedad, conecten la investigación básica y aplicada con la innovación, el desarrollo y validación de tecnologías, y verifiquen su difusión y adopción por los actores sociales involucrados.

La innovación eco-tecnológica se puede activar y aplicar en el desarrollo de productos diversos como el software para orientar a los actores gubernamentales en la planificación y toma de decisiones, técnicas para el mejoramiento de suelos,

sistemas eficientes de captación de agua y de riego, prácticas agroecológicas en sistemas productivos, metodologías para la evaluación de impactos en el ambiente, dispositivos eficientes para el uso de la energía, entre una múltiple variedad de procesos (Nureen et al, 2023).

No confundamos la innovación para la sostenibilidad con la biotecnología, ésta última en la práctica se refiere a áreas específicas como la biomedicina, insumos agrícolas y pecuarios y cuenta con ejemplos de innovaciones que se comercializan a través de la propaganda de ser alternativas sostenibles, pero que no toman en cuenta los riesgos sanitarios, ni la pérdida de diversidad biológica y cultural, ni la degradación del ambiente y menos la afectación a la sustentabilidad.

A pesar de que algunas innovaciones se originan con la intención de mejorar el configurado bienestar de las personas, el modelo de configuración de esas innovaciones con frecuencia se mueve alejándose de la sostenibilidad y apropiación social, al igual que la preponderancia de mercados y la rentabilidad como medidas de su éxito (Cannatelli et al, 2012). A diferencia de la innovación biotecnológica en biomedicina y agricultura, en la que se ha registrado un aumento global, y en la que participan muchas instituciones públicas y privadas en los sistemas de innovación, la biotecnología ambiental, ligada a la eco-tecnología, tienen un desarrollo pobre y todavía concentrado en manejar aguas, energías y residuos.

Gran parte de la eco-tecnología que se está desarrollando en América Latina es doméstica; sin embargo, está conectada a los problemas ambientales y al uso irracional de los recursos naturales (Ortiz et al, 2014). Hay mucho trabajo para los ecólogos en la innovación eco-tecnológica doméstica, la cual requiere rigor en la modelación espacial y temporal del uso de los recursos y en la evaluación de los impactos de la acción humana y desastres naturales en los ecosistemas; aspectos necesarios y requeridos en la innovación agrícola y en el manejo de cuencas. La innovación en el uso y mantenimiento de recursos naturales es un área crítica de

la eco-tecnología, aunque aún incipiente en muchos países latinoamericanos, entre ellos México y Venezuela.

La eco-tecnología está siendo impulsada en aspectos de energía tanto por la crisis energética como la presión internacional para controlar el calentamiento global (Ortiz et al, 2014); sin embargo, no se ha insistido mucho en recursos tales como agua, suelo y biodiversidad. Inclusive en eco-tecnología, diferentes y variadas innovaciones en energía que intentan ser «verdes» y renovables no se enrojan en políticas de desarrollo sustentable, donde tiene que jugar un rol importante el mantenimiento concertado del bienestar social, ambiental y naturaleza. En el caso del agua, un país como México con amplias zonas áridas, semiáridas o con regímenes de precipitación pluvial muy estacionales (Villanueva & López, 2014).

Es prioritario desarrollar un manejo innovador de la captación, almacenamiento, eficiencia en el uso, saneamiento, purificación y reciclaje de este recurso esencial. Al menos, se debe trabajar en la minimización del Índice de Pobreza del Agua para la sociedad (Cho, Ogwang & Opio, 2010), pero prioritariamente, es necesario formular una política permanente e integral para el desarrollo sustentable integral. Más del 90% de los alimentos depende de prácticas agrícolas en suelos de calidad crítica. Los mismos se tornan más escasos conforme continuamos sobre explotando los sistemas agrícolas y cambiando el uso del suelo de ecosistemas naturales a productivos (Lambin et al, 2001).

Si bien es cierto que esto sucede en todo el mundo; por ejemplo, México deteriora ecosistemas naturales saludables a una tasa alarmante (Challenger & Dirzo, 2009; Zika & Erb, 2009). La degradación y desertificación del suelo en México son problemas graves que deben reducirse y revertirse para que la sociedad pueda contar con servicios eco-sistémicos de suelos sanos y productivos (Huber-Sannwald et al, 2006). Se han desarrollado alternativas de manejo e intervenciones experimentales con diferentes niveles de éxito los cuales dependen del problema, región geográfica, tipo de ecosistema, tipo de suelo y grado de degradación (Cotler et al, 2007a, Cotler et al, 2007b). Sin embargo, continuarán

siendo esfuerzos desarticulados, de bajo impacto, hasta que no constituyan parte de una estrategia nacional contundente para el manejo sustentable.

Es una necesidad prioritaria un mejor inventario de suelos, una colección sistemática de datos y su ordenación en bases computacionales organizadas que ayuden al trabajo científico, a los diseñadores de políticas públicas y a tomadores de decisiones en instituciones gubernamentales. El avance que se ha logrado en el inventario de biodiversidad y en la inclusión en la agenda política de la conservación de la biodiversidad con el trabajo de la CoNaBio, valida que las instituciones constituyen vías de promoción de avances importantes en temas que eran ignorados (Dirzo, González & March, 2009). Además del manejo de los recursos naturales, otra área requerida de innovación eco-tecnológica y de participación de la comunidad científica la constituye el manejo sustentable de las tierras en producción. A escalas espaciales grandes (paisaje, cuenca, región) es evidente el impacto ambiental indeseable que tienen las actividades de producción en los ecosistemas naturales, alterando en cascada e íntegramente a los componentes bióticos y abióticos, independientemente de encontrarse bajo la acción directa o fuera del manejo de ella.

## **6.2. Las Políticas Públicas Necesarias**

Lo visto arriba nos lleva a visibilizar la necesidad de escudriñar el tema de la política fiscal, la innovación tecnológica y la sustentabilidad; en este sentido, Mahardhani (2023) llama la atención al creciente reconocimiento de la importancia de la sustentabilidad ambiental debido a diversos obstáculos, entre ellos el cambio climático, el agotamiento de los recursos naturales y las consecuencias adversas de la contaminación.

Para lograr un crecimiento económico sostenible y mejorar el bienestar social, es imperativo que los gobiernos y las partes interesadas pertinentes coadyuven en el diseño de políticas públicas para priorizar el estímulo de la innovación tecnológica, respetando al mismo tiempo los principios de sustentabilidad. Las políticas públicas desempeñan un papel crucial tanto en la regulación como en la

facilitación del desarrollo de un ecosistema que fomente la innovación (Costa & Moreira, 2022). Además, también deben priorizar las condiciones de sustentabilidad para salvaguardar y conservar los recursos naturales.

La mejora de la competitividad de una nación en el mercado global depende de la implantación y desarrollo de la innovación tecnológica. Mediante la exploración y el avance de nuevas tecnologías, las corporaciones y organizaciones menores tienen el potencial de mejorar la eficacia operativa, fomentar la creación de productos innovadores y cultivar nuevas oportunidades de mercado. Además de su importancia, la innovación asume un papel fundamental a la hora de abordar desafíos sociales y ambientales complejos, que abarcan ámbitos como la energía renovable, la gestión de residuos y la conservación de los recursos naturales, entre otros (Mahardhani, 2023).

Sin embargo, la cuestión del desarrollo de avances técnicos sustentables no puede ser abordada exclusivamente por el sector privado. Las políticas públicas deben gestionar varios desafíos clave, que son de suma importancia: un papel fundamental a la hora de abordar complejos desafíos sociales y ambientales, que abarcan ámbitos como la energía renovable, la gestión de residuos, la bioremediación y la conservación de los recursos naturales, entre otros (Ashford & Hall, 2011a). Además, es imperativo que las políticas públicas estimulen enérgicamente la inclusión en el campo de la innovación técnica (Schindler et al, 2021). Los gobiernos tienen la capacidad de implementar políticas destinadas a mejorar la accesibilidad a la información y los servicios innovadores mediante la ampliación de la disponibilidad de infraestructura de tecnología de la información y la comunicación (TIC) de bajo costo para los ciudadanos.

Esto implica la búsqueda de garantizar que las innovaciones no solo confieran ventajas a unos pocos individuos o colectivos selectos, sino que también faciliten el empoderamiento de toda la sociedad. Con esto, la innovación puede servir como un mecanismo para mitigar las desigualdades sociales y económicas,

generando así una influencia beneficiosa y de calidad de vida en la sociedad en general.

El papel del gobierno y de las políticas públicas es de suma importancia para establecer una atmósfera propicia para el avance y la aceptación de innovaciones técnicas sostenibles (Wu et al, 2022). Las políticas públicas deben gestionar varios desafíos clave de gran importancia, que se desglosan a continuación.

**Rol crítico.** Son esenciales en el abordaje de complejos desafíos sociales y ambientales, que abarcan dominios como la energía renovable, la gestión de residuos y la conservación de los recursos naturales (Khanra et al, 2022).

**Regulaciones favorables.** Las políticas públicas deben crear un contexto estable y garantizar la seguridad jurídica para los actores de la industria, pueden ayudar a atraer inversiones, fomentar la investigación y el desarrollo tecnológico y aumentar el nivel de confianza de las partes involucradas.

**Incentivos y apoyos financieros.** Apoyar a las organizaciones o individuos que inviertan en la investigación y el desarrollo de tecnologías sostenibles. Esto podría adoptar la forma de exenciones fiscales, subvenciones para la investigación o financiación especializada para proyectos de IS. El gobierno tiene la capacidad de brindar incentivos fiscales, tales como reducciones en las obligaciones tributarias o la provisión de créditos fiscales, a las empresas y organizaciones que empleen recursos para el fomento de actividades de investigación y desarrollo relacionadas con tecnologías novedosas. Esta postura estimula a las empresas a emplear recursos adicionales en innovación, mejorando así la competitividad industrial y generando oportunidades de empleo.

**Colaboración y asociaciones.** Facilitar la creación de asociaciones y alianzas entre institutos de investigación, universidades y el sector privado que induzcan el intercambio de conocimientos, recursos y tecnologías necesarios para afrontar los desafíos de la innovación y la sustentabilidad. Los gobiernos pueden facilitar un contexto apropiado para apoyar la innovación orientada hacia las organizaciones y

empresas identificando y apartando los obstáculos regulatorios y los procesos burocráticos innecesarios que puedan obstaculizar el desarrollo. Requisito necesario es que estas regulaciones incluyan la protección de los derechos de propiedad intelectual, incluidas las patentes, los derechos de autor y las marcas registradas, con la finalidad de auspiciar el fomento de un contexto en el que los innovadores puedan divulgar libremente sus conceptos novedosos sin temor a cometer infracciones o apropiaciones indebidas. Además, el establecimiento de iniciativas de estímulo a la capacitación y educación tiene una importancia significativa para mejorar la alfabetización tecnológica y proveer a las personas con las habilidades necesarias para navegar y adoptar eficazmente los avances tecnológicos (Sun, 2022).

**Educación y desarrollo de recursos humanos.** Promover la educación y la capacitación de los recursos humanos necesarios para enfrentar la era de la innovación. Esto incluye el desarrollo de programas educativos apropiados, la realización de capacitaciones en áreas sociales y de alta tecnología y la garantía de la disponibilidad de una fuerza laboral debidamente calificada. Además, el establecimiento de iniciativas de estímulo a la capacitación y educación tiene una importancia significativa para mejorar la alfabetización tecnológica y proveer a las personas con las habilidades necesarias para navegar y adoptar eficazmente los avances tecnológicos.

**Gestión ambiental sustentable.** Incentivar la regulación y el seguimiento del uso de los recursos naturales, así como de los impactos ambientales de las innovaciones sociales y tecnológicas. Una gestión prudente y sustentable garantizará que la innovación tecnológica no sólo se centre en los beneficios económicos, sino que igualmente considere su impacto en el medio ambiente y la sociedad (Hoffmann, 2022).

**Provisión de programas, perspectivas y recomendaciones valiosas.** Especialmente dirigidas a los políticos, el mundo académico y otras partes interesadas pertinentes, para abordar eficazmente este problema mundial como

intrincado y urgente. Al promover la IS y sostenible, es imperativo que las políticas públicas tengan en cuenta los factores ambientales. Los gobiernos tienen la capacidad de implementar políticas destinadas a mejorar la accesibilidad a la información y los servicios innovadores mediante la ampliación de la disponibilidad de infraestructura de tecnología de la información y la comunicación (TIC) de bajo costo para los ciudadanos. La integración de los avances tecnológicos debe ir junto a esfuerzos concurrentes para proteger el medio ambiente y mitigar los efectos perjudiciales sobre los ecosistemas.

Para ilustrar, una posible implementación de políticas requiere la introducción de un impuesto al carbono dirigido a las empresas con emisiones sustanciales de gases de efecto invernadero. Esta medida tiene como objetivo incentivar a las corporaciones a hacer la transición hacia una tecnología ecológicamente sostenible. Dada la presencia de asuntos mundiales preocupantes como el cambio climático, la escasez de recursos naturales y la crisis energética, es imperativo que las políticas públicas contribuyan activamente a la promoción de la innovación centrada en la sostenibilidad. Esto abarca el respaldo a la tecnología de energía renovable, el desarrollo del transporte sostenible y la adopción de principios de economía circular para mitigar los desechos y prolongar la vida útil de los productos.