

7. Transiciones sustentables: hacia un enfoque teórico-práctico integrado*



CHRISTIAN MUÑOZ-SÁNCHEZ**

DANIEL ROMO RICO***

DULCE MARÍA MONROY BECERRIL****

DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.251.07>

Resumen

Las Transiciones Sustentables (TS) son consideradas como procesos de transformación dentro de un largo plazo considerando niveles multidimensionales mediante los cuales se cambian modos de consumo y producción con la finalidad de ser más sustentables. Sin embargo, la relación entre enfoques es reciente y carece de una ruta de investigación consolidada. Por lo tanto, el propósito del presente capítulo es realizar una revisión teórica sobre TS, con la finalidad de conocer los principales enfoques teóricos con los que se analizan las transiciones sustentables. La investigación permite concluir que el estudio de TS es reciente y con muchas perspectivas para futuros estudios; en especial, a través del análisis multi-nivel y el análisis funcional, la contribución de la investigación se centra en integrar ambos enfoques y proponer un Modelo Teórico-Práctico para evaluar TS.

* Capítulo derivado del proyecto de investigación SIP 20241730: Derramas de Conocimiento, Capacidades de Absorción y Transiciones Sustentables en el Sector del Transporte Terrestre y Aéreo en México, patrocinado por el Instituto Politécnico Nacional, México.

** Doctor en Ciencias Sociales en Economía, Gestión y Políticas de Innovación. Profesor-investigador de la ESCA-ST del Instituto Politécnico Nacional, México. ORCID: 0000-0001-8692-4252 Correspondencia: cmunozs@ipn.mx

*** Doctor en Ingeniería en Economía de la Energía. Profesor-investigador de la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Unidad Ticomán (SEPI-ESIA-TICOMÁN) del Instituto Politécnico Nacional, México. ORCID: 0000-0003-4672-7988

**** Doctora en Administración Pública. Profesora-investigadora de la ESCA-ST del Instituto Politécnico Nacional, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0787-5577>

Palabras claves: *transiciones sustentables; sustentabilidad; análisis multinivel; análisis funcional.*

1. Introducción

El concepto de ‘transiciones sustentables ha adquirido una importancia creciente en la literatura académica (Bruno, 2022, Geels, 2024). Esta tendencia ha generado una gran aceptación tanto del lenguaje como la lógica dentro de los marcos económicos y sociales.

Abordando la urgente necesidad de reducción en los impactos ambientales trabajando en evitar posibles catástrofes. En parte, refleja un reconocimiento que los objetivos ambientales se encuentran íntimamente conectados con otras dimensiones de la sustentabilidad, como se plantean en los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) acordados a nivel mundial. (ONU, 2015), es importante señalar que los objetivos de sustentabilidad no se pueden lograr solo con soluciones técnicas, sino que requiere una transformación más fundamental de los sistemas sociales (Geels, 2024).

Sin embargo, la literatura académica y enfoques teóricos emergentes que exploran el análisis de las Transiciones Sustentables aún permanece en sus primeras etapas; por lo tanto, el presente capítulo se centra en conocer los principales marcos teórico-prácticos con los que se analizan las transiciones sustentables.

Considerando lo anterior, la presente investigación se plantea los siguientes objetivos de investigación 1) Conocer los principales enfoques teóricos que analizan las Transiciones Sustentables y 2) Proponer un Modelo Teórico-Práctico para evaluar Transiciones Sustentables.

Seguido de la presente introducción, el documento se divide en cuatro secciones: la segunda se enfoca en una revisión teórico-conceptual sobre transiciones sustentables; en la tercera sección, se esboza el diseño metodológico; en la cuarta sección se discuten los principales enfoques teóricos sobre transiciones sustentables; en la quinta sección, se propone un Modelo Teórico-Práctico para evaluar Transiciones Sustentables y, finalmente, se presentan las conclusiones de la investigación.

2. Desarrollo

2.1. Transiciones sustentables

En el diccionario de la Real Academia Española, el término “transición” se define como “Acción y efecto de pasar de un modo de ser o estar a otro distinto” (Real Academia Española, 2020). La acción de transición tiene la connotación de cambio, un “salto” de un estado a otro. Las transiciones pueden ocurrir en diferentes niveles, dependiendo de la unidad de análisis. Por ejemplo, a nivel social, en el pasado la sociedad cazadora-recolectora en su conjunto, fue la transición hacia una sociedad urbana, asentada en conglomerados de personas, edificaciones, reglas sociales, valores sociales, reglas culturales y religiosas, entre otras (Geels, 2002, 2012, 2024). Otro ejemplo del tipo de transición social es la de la sociedad rural a la industrial, en la cual hubo importantes innovaciones en la producción de bienes y servicios, desarrollo de infraestructura industrial, normas y reglas de trabajo, formas innovadoras de pagos y transacciones financieras, entre otras (Geels, 2002, 2024). Así también se presentan cambios y transiciones en las funciones sociales, y económicas como el uso de la energía para el transporte, la comunicación, la vivienda, la alimentación, entre otras actividades.

Sin embargo, estas transiciones implican cambios en los sistemas socio-tecnológicos, estos comprenden un conjunto de elementos, entre ellos la tecnología, los reglamentos, las prácticas y los mercados de usuarios, los significados culturales, las infraestructuras, las redes de mantenimiento y suministro (Elzen et al., 2004; Geels, 2004).

La tecnología juega un papel importante en el desempeño de las funciones sociales, pero su funcionamiento depende de su relación con los demás elementos, las tecnologías realizan funciones en contextos concretos de usuarios, que se componen de sus competencias, preferencias y valores culturales e interpretaciones (Geels, 2024). Los contextos de los usuarios de la tecnología también están alineados por una variedad de artefactos e infraestructuras existentes y reglamentos.

Las ts tienen como característica central solucionar problemas persistentes con el medio ambiente; las empresas tienen incentivos limitados para

abordarlas, porque el objetivo está relacionado con un beneficio económico principalmente, la parte gubernamental, instituciones educativas y organizaciones intermedias juegan un papel clave para llevar a cabo las TS y apoyar las tecnologías pro sustentables (Elzen et al., 2004; Geels, 2004; 2010).

Una segunda característica se relaciona con los sectores estratégicos para evaluar TS, por ejemplo, el sector transporte, agua, energía y agroindustria. Estos sectores estratégicos se caracterizan por ser abordados por grandes empresas (por ejemplo, compañías petroleras, fabricantes de aeronaves y automóviles, empresas de procesamiento de alimentos, empresas de comercio electrónico, supermercados, cadenas de comida rápida, entre otros) que poseen ‘activos complementarios’ como la capacidad de fabricación especializada, alta investigación en I+D, producción a gran escala, acceso a canales de distribución, redes de servicio y tecnologías complementarias (Rothaermel, 2001; Geels, 2004). La idea central es que las TS implican cambios a largo plazo hacia modos de producción y consumo más sustentables en múltiples dimensiones (social, ambiental y económica) (Geels, 2024).

3. Metodología

Se realizó una Revisión Sistemática de Literatura, ya que es un método que incluye una serie de fases para asegurar un adecuado rigor y transparencia usado en el proceso de revisión de literatura especializada (Tranfield et al., 2003; Kitchenham y Charters, 2007).

Por su parte, Denyer y Tranfield, (2009), consideran que una Revisión de Literatura, consta de las siguientes fases:

- 1) Formulación del objetivo y alcance de la investigación
- 2) Localización de la literatura especializada
- 3) Selección y evaluación
- 4) Análisis y Síntesis
- 5) Reporte de resultados obtenidos

La bibliografía que se revisó se centró en revistas científicas internacionales arbitradas y extraídas de las principales bases de datos electrónicas.

Las bases de datos electrónicas utilizadas incluyen: Elsevier, Emerald, Taylor & Francis, Springer y Wiley.

En términos de la búsqueda en las bases de datos referidas, se determinó la siguiente ecuación de búsqueda: title/abstract/key words: (“sustainability transitions”) or (“transition to sustainability”); el intervalo de tiempo fue: (2010-2024) y tipo de documentos: (article). Se revisaron los principales marcos analíticos donde se estudian las transiciones sustentables que se detallan en el siguiente apartado.

4. Discusión

4.1. Análisis Multi Nivel (AMN)

Este marco analítico combina conceptos de la economía evolutiva (trayectorias tecnológicas, régimen tecnológico, nichos, capacidades tecnológicas, rutinas); estudios sobre ciencia y tecnología (la innovación como un proceso social conformado por agentes y contextos sociales), y teoría neoinstitucional (reglas e instituciones como “reglas del juego” que estructuran las acciones de los agentes) (Geels, 2004; Geels y Schot, 2007 y Geels, 2024).

Las TS implican interacciones entre tecnología, política, economía, negocios, mercados, cultura y opinión pública. Por lo tanto, la naturaleza de las TS es multi-nivel y requieren de cambios estructurales dinámicos. Con respecto al cambio estructural, el problema es que muchas de las estructuras existentes se encuentran arraigados a través de economías de escala y grandes inversiones en infraestructura, maquinaria y equipo, competencias, etc., mientras que también existen compromisos institucionales arraigados, por ejemplo, creencias compartidas, relaciones de poder y cabildeo político (Unruh, 2000). El AMN nos ayuda a entender la naturaleza multi-nivel y multi-dimensional, así como los cambios estructurales dinámicos de las TS.

El AMN analiza las TS como procesos dinámicos que resultan de la interacción de tres niveles analíticos (Geels, 2002, 2004, 2024):

- a) Regímenes socio-tecnológicos (el foco de las prácticas establecidas y las reglas asociadas que estabilizan los sistemas existentes);

- b) Nichos tecnológicos (donde surgen las innovaciones radicales); y
- c) Contexto exógeno (la influencia del medio ambiente externo en el sistema).

Cada ‘nivel’ se refiere a una heterogénea configuración de elementos, el nivel de régimen es de interés primario, porque las transiciones se definen como cambios de un régimen a otro. A continuación, se analiza cada uno de los niveles analíticos del EMN de las TTS.

a) Régimen socio- tecnológico

Kemp et al. (2001) lo define como “el conjunto de reglas comprendido en el complejo de conocimientos científicos, prácticas de ingeniería, tecnologías de proceso de producción, características del producto, habilidades y procedimientos, instituciones e infraestructuras que conforman la totalidad de una tecnología”. Esta conceptualización enfatiza el carácter institucional de un régimen como un resultado emergente y colectivo que no puede cambiarse a voluntad (Kemp et al., 2001). Geels (2002), propuso utilizar el término “régimen socio-tecnológico” para hacer que esta distinción sea más prominente y enfatizar que no solo los ingenieros o científicos, sino también otro tipo de personas como: usuarios finales, legisladores, grupos de interés social, asociaciones, etc., comparten reglas y prácticas que constituyen un régimen.

b) Nichos tecnológicos

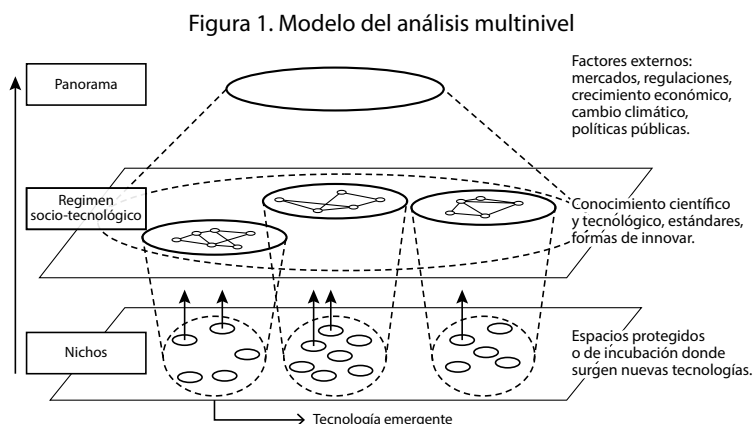
Los nichos representan el nivel local del proceso de innovación y comúnmente se los denomina espacios protegidos o de incubación, en los que surgen nuevas tecnologías o prácticas socio-tecnológicas que se desarrollan aisladas de las presiones de selección de los mercados o regímenes “normales” (Kemp et al., 2001). De acuerdo con Hoogma et al. (2002), un nicho puede definirse como “un dominio de aplicación tecnológica donde los agentes están preparados para trabajar con funcionalidades específicas, aceptar problemas tales como mayores costos de producción y están dispuestos a invertir en mejoras de nueva tecnología y en el desarrollo de nuevos mercados”. Los nichos son cruciales para las TS, porque proporcionan las semillas para el cambio sistémico. La literatura sobre nichos tecnológicos (Kemp et al., 1998) distingue tres procesos centrales en su desarrollo:

Primero, la articulación (ajuste) de las expectativas o visiones, que proporcionan orientación a las actividades de innovación, y buscan atraer la atención y el financiamiento de agentes externos; segundo, la construcción de redes sociales y la atracción de más agentes que amplían la base de recursos de las innovaciones del nicho; por último, los procesos de aprendizaje tienen lugar en múltiples dimensiones, por parte de la oferta, estas dimensiones involucran tecnología, red de producción y políticas, por parte del usuario, implican preferencias del usuario, regulación, infraestructura, políticas, significado simbólico y redes de mantenimiento (Geels, 2024).

c) Contexto Externo

Las trayectorias tecnológicas están situadas en un “contexto externo”, que consiste en un conjunto de profundas tendencias estructurales externas al régimen. La importancia analítica del “contexto” es que forman una estructura externa para las interacciones de los agentes. Geels, (2002) lo define como: “un conjunto de factores heterogéneos, como los precios del petróleo, el crecimiento económico, las guerras, la migración, las amplias coaliciones políticas, los valores culturales y normativos y los problemas ambientales”.

La figura 1 muestra la representación de cómo los tres niveles interactúan dinámicamente en el despliegue de las ts. Aunque cada transición es única, la dinámica general se caracteriza por transiciones resultantes de la interacción entre procesos en los tres niveles.



Fuente: elaboración con base en Geels, 2024.

La utilidad del AMN se ha ilustrado con muchos estudios para evaluar TS, como en el caso de los sistemas eléctricos en energía (Verbong & Geels, 2007; Hofman y Elzen, 2010), movilidad sustentable (Nykqvist y Whitmarsh, 2008), electricidad y co-combustión (Raven, 2007), alimentos orgánicos y vivienda sostenible (Smith, 2003). Muchos de estos estudios contemporáneos explican los altibajos de las innovaciones de nichos tecnológicos “sustentables” al analizar los procesos de aprendizaje, la dinámica de las redes y las luchas contra los regímenes existentes en múltiples dimensiones (Geels y Schot, 2007 y Geels, 2014).

5. Análisis Funcional (AF)

El análisis funcional se basa en conceptos como trayectoria tecnológica, interdependencia y co-evolución (Markard y Truffer, 2008). El análisis funcional enfatiza la importancia de la dinámica de los SI en comparación con cómo está compuesto o estructurado (Jacobsson y Bergek, 2011). Esta orientación se relaciona completamente con las TS en términos de la evolución de una tecnología sustentable emergente hasta su consolidación. En la literatura sobre TS estas actividades o procesos se identifican como “funciones”.

Diversos autores utilizan este tipo de análisis y lo validan a través de estudios de caso, entre los que destacan: TS dentro del sector biogás en Alemania (Huttunen et al., 2014); Trayectorias de TS en el sector fotovoltaico en Alemania (Dewald, et al, 2015); Análisis de la transición hacia biocombustibles en Noruega (Fevolden y Klitkou, 2017); Estudio de caso de biodiesel en Taiwan (Chung, 2018) y Dinámicas de transición en el SI del sector Biogas en Brazil (Silva de Oliveira y Negro, 2019).

El conjunto de funciones para la presente investigación se basará en el trabajo de Bergek et al., (2008), Hekkert, (2007) y Hekkert y Negro, (2009), las funciones se analizan a continuación:

F1) Actividades Empresariales: El rol clásico del emprendedor es traducir el conocimiento en oportunidades comerciales, y eventualmente la empresa que genera innovaciones lo hace realizando experimentos orien-

tados al mercado que establecen cambios, tanto para la tecnología emergente como para las instituciones que la rodean. Las actividades empresariales involucran proyectos destinados a demostrar la utilidad de la tecnología emergente en un entorno práctico y/o comercial (Bergek et al., 2008; Hekkert, 2007; Hekkert & Negro, 2009).

F2) Desarrollo del Conocimiento: Incorpora actividades de aprendizaje, principalmente en la tecnología emergente, en el contexto del desarrollo del SI, esto significa que una intensidad creciente del desarrollo del conocimiento implica un número creciente de opciones disponibles dentro del sistema, en términos de tecnología y también en términos de sus posibles aplicaciones (Bergek et al., 2008; Hekkert, 2007; Hekkert y Negro, 2009).

Desde una visión evolutiva, la función de desarrollo del conocimiento está asociada con la creación de variedad dentro del sistema (McKelvey, 1982), es decir, una creciente intensidad del desarrollo del conocimiento implica un número creciente de opciones disponibles dentro del sistema, en términos de tecnología y también en términos de sus posibles aplicaciones, la función se desarrolla principalmente en centros públicos y privados de investigación, así como la interacción constante con las empresas y sus áreas de I+D.

F3) Difusión del Conocimiento: Las actividades de difusión del conocimiento involucran una amplia variedad de actores y redes. Se espera que los actores que comparten un campo tecnológico intercambien conocimientos en una base más frecuente que los actores de diferentes comunidades. Sin embargo, para que un SI prospere es importante que se produzca la difusión del conocimiento entre agentes del SI. Una forma de aprendizaje interactivo es mediante el uso de tecnologías (learning by doing) que implica funciones de aprendizaje basado en las experiencias de los usuarios sobre innovaciones tecnológicas, por ejemplo, las interacciones productor-usuario (Hekkert y Negro, 2009).

F4) Orientación de la Investigación: Hace referencia a la convergencia de señales positivas y negativas - expectativas, promesas, directivas de política - en una dirección particular del desarrollo de una tecnología emergente. Por lo tanto, se requieren inversiones para seguir desarrollando esta tecnología, debido a que los recursos son limitados, es importante elegir una adecuada trayectoria tecnológica. Cuando el desarrollo del conocimiento

se considera una fuente de variedad tecnológica, la función de la orientación de la investigación representa el proceso de selección, la selección nos es sólo importante con respecto a la asignación de recursos, sino en términos de traducir visiones amplias de desarrollos sustentables concretos y viabilidad tecnológica. Sin un sentido de orientación claro en términos de orientación de investigación (Bergek et al., 2008; Hekkert, 2007; Hekkert y Negro, 2009).

F5) Formación de Mercado: Involucra actividades que contribuyen a la creación de una demanda para la tecnología emergente, por ejemplo, apoyando financieramente el uso de la tecnología emergente, o creando impuestos para el uso de tecnologías competitivas. La formación de mercado es muy importante en el campo de energías emergentes sustentables debido a que generalmente existe una constante legitimación normativa para la intervención en las dinámicas de mercado, para el caso del sector energético, donde los costos externos de las tecnologías basadas en combustibles fósiles a menudo no se tienen en cuenta; se puede hacer una distinción entre los mercados comerciales, que son pequeños dominios comerciales en los que una tecnología emergente está sujeta a criterios de selección inusuales y a preferencias del mercado y los “nichos protegidos”, que involucran dominios no comerciales que dependen de medidas gubernamentales específicas (Jacobsson y Bergek, 2004). La visión de apoyar una tecnología emergente por medio de políticas de apoyo al mercado (Raven, 2005; Schot et al., 1994).

F6) Movilización de Recursos: Se refiere a la asignación de capital financiero, material y humano. El acceso a tales factores de capital es necesario para el desarrollo del SI. Las actividades típicas involucradas en esta función del sistema son las inversiones y subsidios. También pueden implicar el despliegue de infraestructuras genéricas como sistemas educativos e inversiones en instalaciones de I+D. La Movilización de Recursos representa una variable económica básica, es decir, una tecnología emergente sustentable no puede apoyarse de ninguna manera sin apoyo de recursos financieros, materiales y humanos, o si no hay actores presentes con las habilidades y competencias adecuadas (Carlsson y Stankiewicz, 1991).

F7) Creación de legitimidad: Involucra lobbies políticos y actividades de asesoramiento en nombre de grupos de interés para desarrollar determi-

nada tecnología emergente. La característica principal que distingue esta función es que las coaliciones de defensa buscan legitimidad en una tecnología emergente a través de lobbies y persuasión frente a otros grupos de interés; la noción de coalición de defensa se basa en el trabajo de Sabatier que introdujo la idea en el contexto de la ciencia política (Sabatier, 1988; Sabatier, 1998). El concepto enfatiza la idea de que el cambio estructural dentro de un sistema es el resultado de grupos de interés en competencia, cada uno de los cuales representan un sistema separado de valores e ideas, el resultado está determinado por el poder político (Hekkert & Negro, 2009).

6. Propuesta del modelo teórico-empírico

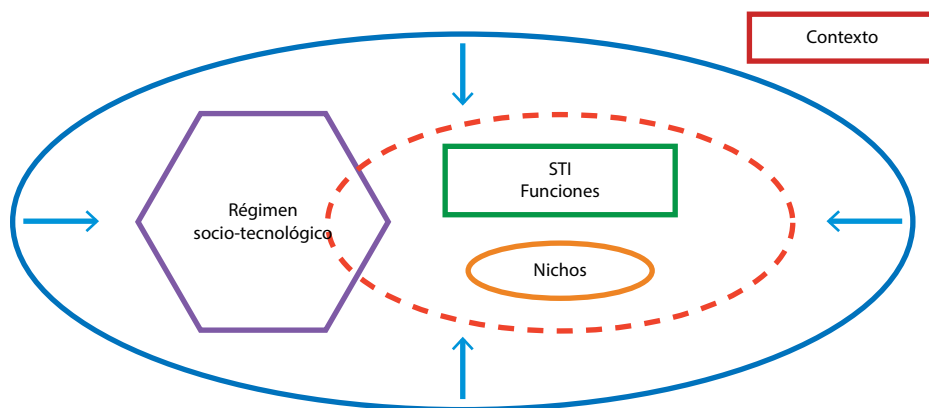
La fortaleza del AMN se centra en que los procesos de innovación y transición pueden explicarse por la interacción de los mecanismos de estabilización a nivel de régimen socio-tecnológico y la desestabilización originada por las presiones del contexto (factores externos) combinadas con la aparición de innovaciones incrementales y radicales orientadas a la sustentabilidad que van emergiendo a nivel del nicho (Geels y Schot, 2007). Sin embargo, el enfoque es menos preciso cuando se trata del papel y estrategias que los diferentes agentes dentro de las TS que se desempeñan en tales procesos, por ejemplo, la interacción de agentes clave.

Por otra parte, el éxito de las innovaciones se considera principalmente como una consecuencia del rendimiento de la TS correspondiente; un indicador comúnmente utilizado para su rendimiento general es la difusión de la tecnología o producto innovador en estudio (Bergek y Jacobsson, 2003; Jacobsson et al., 2004; Jacobsson y Bergek, 2004). En la mayoría de los casos, sin embargo, el producto innovador se utilizó como el principal indicador del rendimiento del sistema. Los autores proponen una diferenciación de acuerdo con el nivel de análisis, es decir, si una tecnología o un producto está en el foco de análisis y la madurez del sistema. Si una tecnología o campo de conocimiento está en el foco de análisis, se dice que la generación y difusión del conocimiento es la función central a lo largo de la cual medir el rendimiento (Bergek y Jacobsson, 2003). Si bien las patentes o los indicadores bibliométricos pueden pro-

porcionar una primera información al respecto, se reconoce que es probable que estos indicadores pierdan el rendimiento económico asociado con el uso de ese conocimiento (Carlsson et al., 2002).

Tanto el AF y AMN tienen sus fundamentos en la economía evolutiva y teoría de innovación, ambos análisis comparten las mismas bases conceptuales, como la dependencia de la trayectoria, enfoque de sistemas y la no linealidad. Los dos tipos de análisis se han formado por separado el uno de otro en la última década (2010-2020); mientras que el AF se ocupa de instituciones, actores e interacciones de conocimiento para explicar el crecimiento, declive y rendimiento de determinada tecnología sustentable, en el caso del AMN se centra en los niveles de nicho, régimen socio-tecnológico y contexto externo para analizar ts. El postulado central del enfoque es que las transiciones ocurren a partir de una interacción entre los tres niveles, donde el contexto externo crea presiones en el régimen socio-tecnológico existente que a su vez puede proporcionar oportunidades para nuevas innovaciones sustentables emergentes a nivel del nicho (Geels, 2008; 2024). La figura 2 muestra la propuesta de complementar ambos tipos de análisis.

Figura 2. Modelo Teórico de Integración Análisis Multi-nivel y Análisis Funcional



Fuente: elaboración propia.

7. Integrando el contexto externo

Smith et al., (2010), argumentan que diversos factores del contexto pueden generar oportunidades para el desarrollo de nichos tecnológicos sustentables, pero también influyen negativamente en la transición de una nueva tecnología sustentable mediante el refuerzo de la trayectoria existente de un régimen. Investigaciones recientes sugieren que el contexto externo tiene influencia en el éxito o fracaso de nuevas tecnologías emergentes en las TS.

El contexto externo ha sido definido por Geels, (2002) como “un conjunto de factores heterogéneos, como son: desarrollo económico, conflictos internacionales, problemas políticos, valores culturales y normativos, entre otros”. La noción de que el contexto externo influye en la fortaleza o debilidad de las funciones es aceptada en la literatura de AF y AMN (Bergek et al., 2008).

Debido a la complejidad y la multitud de factores externos que se pueden incluir en este apartado no es posible integrar todos, por lo tanto, basándose principalmente en el Estudio Económico de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OECD, por sus siglas en inglés) de México 2023 y el Reporte para la Competitividad Global 2024 del Foro Económico Mundial (WEF, por sus siglas en inglés). Los dos estudios se centran en analizar el desarrollo económico y social del país, y determinar los principales factores que frenan el desarrollo, si bien se han alcanzado avances importantes en materia de estabilidad macroeconómica y política monetaria, aún no ha sido capaz de generar un crecimiento endógeno sostenido, impulsado por un mercado interno vibrante y una economía competitiva. Los factores externos que más se repiten en ambos estudios que influyen en el proceso hacia el desarrollo económico y social son los siguientes: Crecimiento económico y Política Regulatoria. A continuación, se describen los factores externos seleccionados:

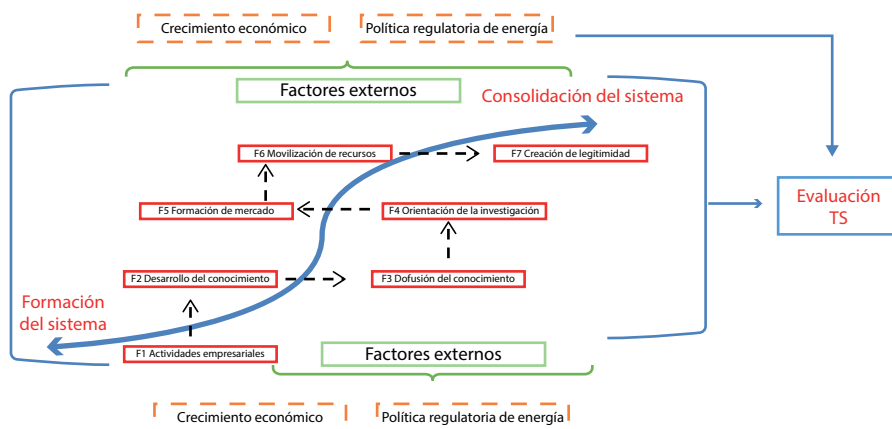
F8) Crecimiento Económico: El crecimiento económico se puede abordar como la evolución positiva de los estándares de vida de un país, medidos en términos de la capacidad productiva de su economía en términos de renta en un tiempo determinado, generalmente medido en años (Ranis y Stewart, 2002). Si bien un mayor crecimiento económico contribuye a más

ingresos del gobierno, una disminución debido a eventos nacionales y/o internacionales también puede propiciar ts. Geels (2024) menciona que el crecimiento económico puede generar la inacción de agentes dominantes con la preferencia de preservar el régimen existente, mientras que un declive o recesión económica puede crear presión sobre el gobierno y los regímenes existentes para el cambio. La crisis financiera de 2008, por ejemplo, posiblemente proporcionó una “ventana de oportunidad” para ts durante los primeros años de la crisis (Geels, 2024). También puede ocurrir lo contrario, donde una crisis financiera puede desviar la atención de los problemas de sustentabilidad hacia preocupaciones a corto plazo, como las oportunidades de empleo y obtención de ingresos personales.

F8) Política Regulatoria: De acuerdo con la OCDE (2023) “la política regulatoria define el proceso mediante el cual el gobierno, cuando identifica un objetivo de política pública, determina si empleará la regulación como instrumento de política, y en seguida elabora un borrador y adopta una regulación mediante un proceso de toma de decisiones basado en evidencia. Una política expresa que asegure que las regulaciones y los marcos regulatorios estén al servicio del interés público”. Esta función es importante para analizar ts ya que utilizar instrumentos regulatorios fomenta o inhibe su desarrollo.

Una vez señaladas las “funciones” utilizadas para evaluar ts en la presente investigación, la figura 3 muestra la propuesta del modelo teórico-práctico.

j 3. Modelo Teórico-Práctico para evaluar Transiciones Sustentables



Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la figura 3, las Funciones del contexto externo se encuentran operando fuera de las funciones del sistema e influyen en las TS. La influencia de las funciones del contexto externo contribuye a un cambio positivo o negativo para las TS, al presionar a los regímenes tecnológicos existentes y crear posibilidades de desarrollo de nicho tecnológico (Geels y Schot, 2007, Geels, 2010;2024).

8. Conclusiones

Las Transiciones Sustentables, no sólo implican el desarrollo de innovaciones en productos, procesos y servicios más sustentables, sino también, nuevos mercados, modelos de negocio, prácticas, políticas, infraestructuras y cambios culturales; es decir, cambios estructurales en diferentes niveles socio-técnicos que además de sostener el crecimiento de las economías globales, también ayuden a proteger el medio ambiente. La presente investigación ofrece una revisión de literatura existente sobre el enfoque de Transiciones Sustentables; así también, aporta una integración de enfoques teóricos con la finalidad de evaluar dichas TS a través de Modelo Teórico-Práctico con la finalidad de estimular el desarrollo de futuras investigaciones.

9. Referencias

- Bergek, A., y Jacobsson, S. (2003). *The emergence of a growth industry: A comparative analysis of the German, Dutch and Swedish wind turbine industries*. *Industrial and Corporate Change*, 12(5), 1073–1105. <https://doi.org/10.1093/icc/12.5.1073>
- Bergek, A., Jacobsson, S., Carlsson, B., Lindmark, S., y Rickne, A. (2008). Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis. *Research Policy*, 37(3), 407–429. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.12.003>
- Bruno, M. (2022). Cycling and transitions theories: A conceptual framework to assess the relationship between cycling innovations and sustainability goals. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2022.100642>
- Canitez, P. (2019). A socio-technical transition framework for introducing cycling in developing megacities: The case of Istanbul. *Cities*, 94, 172-185. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2019.06.006>

- Carlsson, B., y Stankiewicz, R. (1991). On the nature, function and composition of technological systems. *Journal of Evolutionary Economics*, 1(2), 93–118. <https://doi.org/10.1007/BF01224915>
- Chung, C. (2018). Technological innovation systems in multi-level governance frameworks: The case of Taiwan's biodiesel innovation system (1997–2016). *Journal of Cleaner Production*, 184 (1), 130–142. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.185>
- Dewald, U., et al. (2015). Trajectories of sustainability transitions scale-transcending in innovation systems: The case of photovoltaics. *Environmental Innovation and Societal Transitions* (vol. 17, pp. 110–125). <https://doi.org/10.1016/j.eist.2014.12.004>
- Di Lucia y Ericsson. (2014). Low-carbon district heating in Sweden- Examining a successful energy transition. *Energy Research & Social Science*, vol. 4, 10–20. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2014.08.005>
- Elzen, B., Geels, F. W. y Green, K. (2004). *System Innovation and Sustainability Transitions: Theory, Evidence and Policy*. UK. Ed. Edward Elgar.
- Elzen, B. y Wieczorek, A. (2005). Transitions towards sustainability through system innovation. *Technological Forecasting and Social Change*, 72, 651–661. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2005.04.002>
- Fevolden, A. M. y Klitkou, A. (2017). A fuel too far? Technology, innovation, and transition in failed biofuel development in Norway. *Energy Research & Social Science*, 23, 125–135. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2016.10.010>
- Foxon, T. y Pearson, P. (2008). Overcoming barriers to innovation and diffusion of cleaner technologies: some features of a sustainable innovation policy regime. *Journal of Cleaner Production*, 16 (1), pp. 148–161. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2007.10.011>
- Gaziulusoy, A. y Brezet, H. (2015). Design for System Innovations and Transitions: A Conceptual Framework Integrating Insights from Sustainability Science and Theories of System Innovations and Transitions. *Journal of Cleaner Production*, 108 (A), 558–568. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.06.066>
- Geels, F.W. (2002). Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: A multi-level perspective and a case-study. *Research Policy*, 31, 1257–74. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(02\)00062-8](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(02)00062-8)
- Geels, F.W. (2004). From sectoral systems of innovation to socio-technical systems: insights about dynamics and change from sociology and institutional theory. *Research Policy*, 33 (6–7), 897–920. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2004.01.015>
- Geels, F.W. (2005). Co-evolution of technology and society: The transition in water supply and personal hygiene in the Netherlands (1850–1930) — a case study in multi-level perspective. *Technology in Society*, 27 (3), 363–397. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2005.04.008>
- Geels, F.W., Schot, J.W. (2007). Typology of sociotechnical transition pathways. *Research Policy*, 36 (3), 399–417. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.01.003>
- Geels, F. W. (2010). Ontologies, socio-technical transitions (to sustainability), and the multi-level perspective. *Research Policy*, 39(4), 495–510. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2010.01.022>

- Geels, F. W. (2012). A socio-technical analysis of low-carbon transitions: Introducing the multi-level perspective into transport studies. *Journal of Transport Geography*, 24, 471–482. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2012.01.021>
- Geels, F.W. (2014). Regime resistance against low-carbon transitions: introducing politics and power into the multi-level perspective. *Theory Culture & Society*. 31 (5), 21-40. <https://doi.org/10.1177/0263276414531627>
- Geels, F.W. (2024). *Advanced Introduction to Sustainability Transitions*. UK, Edward Elgar, Publishing Limited.
- Hekkert, M. y Negro, S. (2009). Functions of innovation systems as a framework to understand sustainable technological change: Empirical evidence for earlier claims. *Technological Forecasting and Social Change*, 76, 584–594.
- Hekkert, M., Suurs, R.A., Negro, S., Kuhlmann, S., Smits, R., (2007). Functions of Innovation Systems: A new approach for analysing technological change. *Technological Forecasting and Social Change*, 74 (4), 413–432.
- Hofman, P. S., y Elzen, B. (2010). Exploring system innovation in the electricity system through sociotechnical scenarios. *Technological Analysis & Strategic Management*, 22(6), 653–670. <https://doi.org/10.1080/09537325.2010.511120>
- Hoogma, R., Kemp, R., Schot, J., Truffer, B. (2002). *Experimenting for Sustainable Transport. The Approach of Strategic Niche Management*. London, EF&N Spon.
- Huttunen, S., et al. (2014). The need for policy coherence to trigger a transition to bio-gas production. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 12, 14-30. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2014.04.002>
- Ilieva, R., y Hernandez, A. (2018). *Scaling-Up Sustainable Development Initiatives: A Comparative Case Study of Agri-Food System Innovations in Brazil, New York, and Senegal*. *Sustainability*, 10(11), 40-57. <https://doi.org/10.3390/su10114057>
- Kemp, R., Schot, J., y Hoogma, R. (1998). Regime shifts to sustainability through processes of niche formation: The approach of strategic niche management. *Technology Analysis & Strategic Management*, 10(2), 175–195. <https://doi.org/10.1080/09537329808524310>
- Jacobsson, S. y Bergek, A. (2011). Innovation system analyses and sustainability transitions: Contributions and suggestions for research. 1(1), 41-57. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2011.04.006>
- Karanasios y Parker. (2018). Explaining the Diffusion of Renewable Electricity Technologies in Canadian Remote Indigenous Communities through the Technological Innovation System Approach. *Sustainability*, 10 (11), 7-28. <https://doi.org/10.3390/su10113871>
- Kitchenham, B.A., y Charters, S. (2007). *Guidelines for Performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering Version 2.3*, EBSE Technical Report. Keele University and University of Durham.
- Kivimaa, P., et al. (2014). Policy Mixes, Policy Interplay and Low Carbon Transitions: The Case of Passenger Transport in Finland. *Environmental Policy and Governance*, 24 (1), 28-41. <https://doi.org/10.1002/eet.1629>
- Liu, et al. (2023). How ecological policy stringency moderates the influence of indus-

- trial innovation on environmental sustainability: The role of renewable energy transition in BRICST countries. *Renewable Energy*, 2017 (5), 194–204. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2023.01.045>
- Lovio, R., y Kivimaa, P. (2012). Comparing Alternative Path Creation Frameworks in the Context of Emerging Biofuel Fields in the Netherlands, Sweden and Finland. *European Planning Studies*, 20(5), 773–790. <https://doi.org/10.1080/09654313.2012.667925>
- Magrini, M. (2023). Value chain sociotechnical interactions and functions of mission-oriented innovation systems: An analysis based on sustainability challenges for agricultural value chains. *Innovations*, 70(1), 181–207. <https://doi.org/10.3917/inno.070.0181>
- Markard, J. y Truffer, B. (2008). Technological innovation systems and the multi-level perspective: Towards an integrated framework. *Research Policy*, 37(4), 596–615. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2008.01.004>
- McKelvey, B. (1982). *Organizational systematics: Taxonomy, evolution, classification*. Berkeley: University of California Press.
- OECD. (2012). *Recommendation of the Council on Regulatory Policy and Governance*. OECD Publishing. <https://legalinstruments.oecd.org/public/doc/273/26c0733a-b832-43c6-8d1a-1296171e4e4d.html>
- Ranis, G., y Stewart, F. (2002). Economic growth and human development in Latin America. *Cepal Review*, 78, 7–23. <https://doi.org/10.18356/a7210436-en>
- Raven, R. P. J. M. (2007). Niche accumulation and hybridisation strategies in transition processes towards a sustainable energy system: An assessment of differences and pitfalls. *Energy Policy*, 35(4), 2390–2400. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2006.09.003>
- Real Academia Española. (2020). *Diccionario de la lengua española* (23 ed.).
- Rothaermel, F.T. (2001). Complementary assets, strategic alliances, and the incumbent's advantage: an empirical study of industry and firm effects in the biopharmaceutical industry. *Research Policy*, 30 (8), 1235–1251.
- Sabatier, P. A. (1988). An advocacy coalition framework of policy change and the role of policy-oriented learning therein. *Policy Sciences*, 21(2–3), 129–168. <https://doi.org/10.1007/BF00136406>
- Sabatier, P. A. (1998). The advocacy coalition framework: Revisions and relevance for Europe. *Journal of European Public Policy*, 5(1), 98–130. <https://doi.org/10.1080/13501768800000051>
- Schot, J., Hoogma, R., y Elzen, B. (1994). Strategies for shifting technological systems: The case of the automobile system. *Futures*, 26(10), 1060–1076. [https://doi.org/10.1016/0016-3287\(94\)90055-8](https://doi.org/10.1016/0016-3287(94)90055-8)
- Silva de Oliveira, L. y Negro, S. (2019). Contextual structures and interaction dynamics in the Brazilian Biogas Innovation System. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 107(1), 462–481. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.02.030>
- Smith, A. (2003). Transforming technological regimes for sustainable development: A role for alternative technology niches? *Science and Public Policy*, 30(2), 127–135. <https://doi.org/10.3152/147154303781780623>
- Smith, A., Voß, J.-P., y Grin, J. (2010). Innovation studies and sustainability transitions:

- The allure of the multi-level perspective and its challenges. *Research Policy*, 39(4), 435–448. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2010.01.023>
- Szejnwald, H. y Vergragt, P. J. (2008). Bounded socio-technical experiments as agents of systemic change: The case of a zero-energy residential building. *Technological Forecasting and Social Change*, 75 (1), 107-130. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2006.05.014>
- Tranfield, D., Denyer, D. y Smart, P. (2003). Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. *British Journal of Management*, 14(3), 207-222. <https://doi.org/10.1111/1467-8551.00375>
- Truffer, B., Schippl, J y Fleischer, T. (2017). Decentering technology in technology assessment: prospects for socio-technical transitions in electric mobility in Germany. *Technological Forecasting and Social Change*, 122(1), 34-48.
- Unruh, G.C. (2000). Understanding carbon lock-in. *Energy Policy*, 28 (12), 817–30.
- Uyarra, E., y Gee, S. (2013). Transforming urban waste into sustainable material and energy usage: the case of Greater Manchester (UK). *Journal of Cleaner Production*, 50(1), 101–110. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.11.046>
- Verbong, G.P. y Geels, F. (2007). The ongoing energy transition: Lessons from a socio-technical, multi-level analysis of the Dutch electricity system (1960–2004). *Energy Policy*, 35(2), 1025–1037. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2006.02.010>
- Walrave, B. y Raven, R. (2016). Modelling the dynamics of technological innovation systems. *Research Policy*, 45(9), 1833-1844. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2016.05.011>

