

Boletín de Estudios Económicos

Bulletin of Economic Studies

Construyendo futuros competitivos sostenibles a través
de la investigación transformadora

*Building sustainable competitiveness futures through
transformative research*

Vol. LXXIX / Diciembre 2024 Núm. 235

DOI: <https://doi.org/10.18543/bee/792352024>

ARTICULOS / ARTICLES

Más allá de la tecnología: el papel de los RTO en las grandes transiciones sociales

Beyond technology: the role of RTOS in major societal transitions

Eva Arrilucea Solachi

doi: <https://doi.org/10.18543/bee.2956>

Recibido: 23 de enero de 2024 • Aceptado: 02 de julio de 2024 • Publicado en línea: febrero de 2025

Acceso Abierto, Copias Impresas y Derechos de Autoría

El *Boletín de Estudios Económicos* es una revista de **acceso abierto**, lo que significa que todo el contenido está disponible gratuitamente para los usuarios y sus instituciones. Los usuarios pueden leer, descargar, copiar, distribuir, imprimir, buscar o enlazar los textos completos de los artículos, o utilizarlos para cualquier otro fin lícito, sin pedir permiso previo a la Editorial o al autor; siempre que se cite adecuadamente el trabajo original y se indique claramente cualquier modificación del mismo. Esto se ajusta a la definición de acceso abierto de la OAI.

Se pueden proporcionar **copias impresas** de la revista si se solicita. Se trata de copias en color, impresas y acabadas profesionalmente. Las copias impresas tienen un coste. Para pedir una copia impresa de un artículo o de un número, envíe un correo electrónico al editor de producción con su solicitud (<beejournal@deusto.es>).

Cuando los autores envían un artículo para su revisión y publicación en el *Boletín de Estudios Económicos*, conservan sus **derechos de autor**, pero aceptan automáticamente conceder los derechos de publicación no exclusivos a la Editorial (del *Boletín de Estudios Económicos*) y aceptan que el artículo se publique bajo una licencia *Creative Commons*, si el artículo es aceptado para su publicación. Se recomienda a los autores que lean atentamente sus derechos. Creemos que este enfoque garantiza un acuerdo justo para ambas partes. La licencia concedida permite a la Editorial editar y maquetar el artículo, que se incluirá en un próximo número y se distribuirá en cualquier medio *online* y *offline* que la Editorial considere necesario para promocionar el artículo, los autores y la revista. Este párrafo se incluye en las Directrices para los autores.

Para más información sobre la licencia Creative Commons, visite:

<https://creativecommons.org>.

Open Access, Hard Copies and Copyright

The *Bulletin of Economic Studies* is an **Open Access** journal which means that all its content is available free of charge to users and their institutions. Users are allowed to read, download, copy, distribute, print, search, or link to the full texts of the articles, or use them for any other lawful purpose, without asking prior permission from the publisher or the author; provided the original work is properly cited and any changes to the original are clearly indicated. This is in accordance with the OAI definition of Open Access.

Hard copies of the journal can be provided upon request. These are colour copies, professionally printed and finished. Hard copies incur a fee. To order a hard copy of an article or an issue, please email the production editor with your request (<beejournal@deusto.es>).

When authors submit a paper for reviewing and publishing, they retain their **copyright**, but they automatically agree to grant non-exclusive publishing rights to the Publisher and agree that the paper will be published under a Creative Commons licence, if the paper is accepted for publication. Authors are encouraged to read their rights carefully. We believe this approach ensures a fair arrangement for both parties. The licence granted allows the Publisher to edit and typeset the paper, which will be included in a forthcoming issue and distributed in any online and offline medium that the journal deems necessary in order to promote the paper, the authors, and the Journal. This paragraph is included in the Guidelines for Authors.

For more information about the Creative Commons Licence, please visit:

<https://creativecommons.org>.


Boletín de Estudios Económicos

ISSN (Paper): 0006-6249 • ISSN (Electrónico): 2951-6722 • Vol LXXIX - N.º 235 - Diciembre 2024, págs. 129-144

<https://bee.revistas.deusto.es>

MÁS ALLÁ DE LA TECNOLOGÍA: EL PAPEL DE LOS RTO EN LAS GRANDES TRANSICIONES SOCIALES

BEYOND TECHNOLOGY: THE ROLE OF RTOS IN MAJOR SOCIETAL TRANSITIONS

Eva Arrilucea Solachi* 
TECNALIA Research & Innovation, España

doi: <https://doi.org/10.18543/bee.2956>

Recibido: 23 de enero de 2024
Aceptado: 02 de julio de 2024
Publicado en línea: febrero de 2025

Sumario: 1. Introducción. 2. Principales claves de las transiciones. 3. Principales roles de los RTO para facilitar las transiciones a los agentes del ecosistema. 3.1. Barreras en las transiciones. 3.2. Roles de los RTO en las transiciones. 4. Discusión. Referencias.

RESUMEN

La mayor parte de los objetivos de desarrollo sostenible asociados a las grandes transiciones actuales requieren de respuestas complejas que, a menudo, tienen un importante componente tecnológico. Sin embargo, la tecnología por sí sola no es una respuesta suficiente para abordar las grandes transiciones; tiene que venir acompañada de un entendimiento de las tendencias del entorno y de cambios institucionales, sociales, políticos y de otra índole. En este contexto, los centros de investigación tecnológica (RTOs) tienen el potencial de desarrollar una batería de roles, más allá de la generación de tecnología, para contribuir a mejorar la capacidad de absorción de las empresas, de la sociedad y del conjunto del ecosistema y acelerar el cambio. En este documento se proponen algunos de estos roles y también cómo pueden contribuir a reducir las barreras inherentes a las transiciones.

Palabras clave: RTO, Transiciones, Capacidad de absorción.

ABSTRACT

The sustainable development goals associated with the digital and green transitions require complex responses that often have an important technological component. However, technology alone is not sufficient to address these transitions. Accompanying the techno-

* Doctora en Análisis Económico y Economía Pública por la Universidad del País Vasco (2005), España, y experta en Dirección de Negocio y Tecnología por la Universidad de Deusto (2013). Actualmente trabaja en Tecnalia y forma parte del equipo de apoyo estratégico a la Dirección General.

Más información sobre la autora disponible al final del artículo.

Este estudio contó con el apoyo de la afiliación individual de la autora y declara no tener conflicto de interés.

logical solutions must be an understanding of geopolitical trends and institutional, social, political, and other changes. In this context, Research and Technology Organisations (RTOs) have the potential to develop a range of roles beyond technology generation. These roles can contribute to improving the absorptive capacity of companies, society, and the ecosystem as a whole. This document proposes some of these roles and how they can reduce the barriers inherent in transitions.

Keywords: RTOs, Transitions, Absorptive capacity.

1. Introducción

Tradicionalmente los RTO se han considerado agentes cuya principal misión es generar conocimiento tecnológico y transferirlo a las empresas de los ecosistemas a los que pertenecen. Sin embargo, una de las principales características de los RTO es su heterogeneidad en cuanto a actividad, gobernanza, procedimientos, modelo de financiación y su capacidad de adaptarse a las necesidades de los ecosistemas a los que pertenecen (EARTO, 2015; OECD, 2022).

Por otro lado, en un contexto marcado por las grandes transiciones digital y medioambiental, más que la generación de nueva tecnología, lo que demanda el entorno es la generación de soluciones a los grandes objetivos de desarrollo sostenible vinculados a estas transiciones. Estas soluciones vienen, en muchas ocasiones, acompañadas de un importante ingrediente tecnológico, pero cada vez parece más claro que las transiciones requieren no solo de tecnología, sino también de profundos cambios en los modelos de gestión, en los hábitos de consumo y de producción, y en otros factores que tienen poco que ver con la tecnología. Por lo tanto, si los RTO se limitaran a una actividad de investigación aplicada y desarrollo tecnológico centrado únicamente en la oferta de tecnología, estarían obviando otros factores importantes de la cadena de valor del conocimiento, muchos de ellos relacionados con la mejora de la capacidad de absorción de las empresas y de la sociedad, y que son también necesarios para alcanzar el nuevo equilibrio (EARTO, 2024; Comin et al., 2019; Vanrie, 2023).

En el apartado 2 de este documento se definen las principales características de un proceso de transición en general, y en el apartado 3 se detallan las principales barreras vinculadas a dichos procesos que se presentan para los agentes del ecosistema. En el punto 3.2 se analizan los roles que pueden jugar los RTO para facilitar que los agentes del ecosistema, y en especial las empresas, puedan adaptarse con éxito a los procesos de transición, y se describen brevemente, además, las principales capacidades y recursos con los que cuentan los RTO para desempeñar los roles detallados.

Esta reflexión está orientada a contribuir al debate público sobre la forma de optimizar los procesos de transición verde y digital, aportando una visión diferencial sobre el potencial de los RTO para contribuir a esta misión, y abriendo camino para diseñar nuevas políticas públicas donde los RTO asuman nuevas responsabilidades más allá de la mera generación de tecnología. Esta reflexión busca también visualizar el potencial de los RTO de cara a las empresas, de manera que estas entiendan mejor las oportunidades a las que pueden acceder a través del trabajo en colaboración con los RTO nacionales e internacionales.

2. Principales claves de las transiciones

Europa y el resto del mundo se enfrentan al reto de diseñar un nuevo esquema productivo fundado sobre la sostenibilidad y la digitalización de la economía. Las llamadas transiciones digital y verde son el gran objetivo de una buena parte del mundo desarrollado, y conllevan una batería de cambios que van mucho más allá de la generación de nueva tecnología.

De hecho, las transiciones pueden definirse como la realización simultánea de cambios institucionales, organizacionales, sociales, culturales, técnicos y políticos dentro de los ecosistemas, y su gestión implica un nivel considerable de complejidad y de incertidumbre, así como la necesidad de realizar continuos ajustes para responder a los retos y para elegir las opciones que resulten más interesantes o tengan mayor nivel de aceptación en cada momento (Geels, 2020).

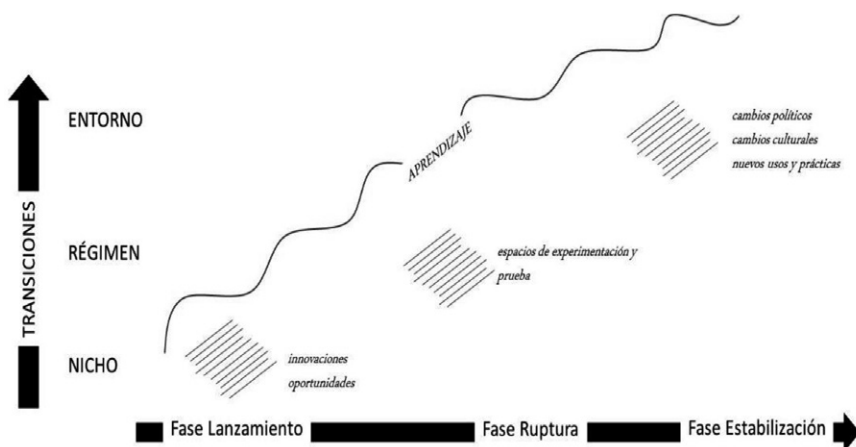
El paso de un sistema sociotécnico a otro sucede en una perspectiva multinivel donde se tienen en cuenta no solo los cambios tecnológicos, sino también los cambios en los procesos, prácticas, políticas, modelos de negocio, formas de consumo y cultura en general, y donde se observan tres niveles básicos: nicho, régimen y entorno (Geels, 2004; Hoogma et al., 2002; Kemp & Rip, 2001). Esta perspectiva multinivel ha sido ampliamente utilizada para analizar transiciones energéticas, de movilidad, en las comunicaciones y en el sector agroalimentario entre otros (Geels, 2019).

Además, aunque no suelen ser lineales, las transiciones pasan por diferentes fases, comenzando por una fase de predesarrollo donde todavía no se perciben los cambios, seguida por una fase de lanzamiento, donde se realizan cambios en nichos concretos y se comienzan a visualizar las primeras oportunidades, una fase de ruptura, con cambios visibles en el régimen, nuevas tecnologías, agentes y valores, y un proceso de estabilización final en el que se alcanza un nuevo equilibrio (Rotmans et al., 2001).

En la Tabla 1 se representan los principales conceptos mencionados y su relación con las grandes transiciones:

Tabla 1

Representación gráfica de las transiciones en una perspectiva multinivel



Fuente: adaptado de Geels (2002).

Dado que en las transiciones el *conocimiento* es el principal recurso, el aprendizaje se considera uno de los procesos más importantes. En este sentido se definen dos formas diferentes de aprendizaje: el modelo STI y el DUI (Jensen et al., 2007).

En esencia, STI (*Science, Technology and Innovation*) es el modelo de aprendizaje formal, basado en la producción y el uso de conocimiento científico y tecnológico, en entender el “por qué”, generando conocimiento explícito y global, que pueda ser entendido y aplicado por el conjunto del ecosistema.

Por su parte, DUI (*Doing, Using and Interacting*) es el modelo de aprendizaje basado en hacer, usar e interactuar. Se fundamenta sobre el “cómo” y genera sobre todo conocimiento tácito o implícito y, por lo tanto, a menudo con un componente más local.

Ambos modelos son complementarios y expresan las estrategias más típicas que usan los agentes para innovar a través de un incremento en su capacidad de absorción.

El proceso de adquisición de conocimiento tampoco es inmediato. Aunque la dimensión es un factor determinante para que las empresas

elijan uno u otro modelo (Amara et al., 2008; Parrilli & Radicic, 2020; Thomä & Zimmermann, 2019), la habilidad de estas para adquirir conocimiento y aplicarlo internamente para afrontar las transiciones depende de numerosos factores: en el caso de las empresas de menor tamaño puede existir conflicto entre sus rutinas internas, el conocimiento existente y el conocimiento externo (Herstad et al., 2015). También existe una distancia cognitiva entre las empresas y los RTOs y universidades, y diferencias organizativas que pueden constituir una barrera a la adquisición de conocimiento (Bennat & Sternberg, 2020), a pesar de que hay evidencias que apuntan a que las empresas que colaboran con agentes externos son más innovadoras que las empresas que únicamente confían en sus recursos internos para innovar (Fitjar & Rodríguez-Pose, 2013).

3. Principales roles de los RTO para facilitar las transiciones a los agentes del ecosistema

Las transiciones en general y, en particular, la digital y la verde, se enfrentan a una batería de barreras de diversa naturaleza que hacen que el proceso de alcanzar un nuevo equilibrio no se desarrolle de forma automática. Estas barreras afectan a todos los agentes de los ecosistemas y, especialmente, a las empresas. En este sentido, los RTO tienen el potencial de desarrollar varios roles para facilitar que el conjunto del ecosistema pueda afrontar las transiciones de una manera más fluida.

3.1. Barreras en las transiciones

En general, las barreras asociadas a las transiciones pueden englobarse dentro de alguna de las siguientes categorías: de conocimiento, tecnológicas y de infraestructuras, barreras políticas, de procedimientos y regulatorias, barreras económicas y de mercado, y barreras vinculadas a la aceptación social o del conjunto del ecosistema.

En el caso de las transiciones digital y medioambiental, la superación de las barreras técnicas, y el desarrollo y comercialización de nuevas soluciones tecnológicas son dos factores de impulso de nuevos procesos y productos que permiten responder a los grandes retos sociales. Y, a su vez, los retos tecnológicos y de conocimiento se configuran como algunas de las grandes barreras a ambas transiciones que, a menudo, vienen acompañadas de falta de apoyo a la I+D o a la innovación, o carencias en la formación de capacidades necesarias para entender y desarrollar las nuevas soluciones.

Superar las barreras técnicas y de conocimiento no es una condición suficiente para garantizar soluciones innovadoras a las transiciones. A menudo las nuevas tecnologías tienen una entrada compleja en el mercado, debido sobre todo a altos niveles de incertidumbre, a entornos de mercado que no son favorables o que no están maduros para facilitar los procesos de transición, a costes elevados en la introducción de las nuevas soluciones, problemas de información imperfecta, o problemas en la creación de los nuevos mercados necesarios para el nuevo equilibrio, o condiciones desfavorables para realizar las inversiones necesarias para que la transición pueda realizarse de forma efectiva.

Por otro lado, los procesos de transformación vienen siempre acompañados de un nivel importante de incertidumbre derivada de la experimentación y de resistencia al cambio, especialmente por parte de los agentes que están bien establecidos en la situación inicial antes de la transición (Reda et al., 2021).

Además, los procesos de transformación están embebidos de un fuerte componente local y muy influenciados por los factores específicos de cada ecosistema. Es por ello que el proceso de transformación es difícilmente replicable en su totalidad cuando se trata de implantarlo en otro ecosistema, y es necesario explorar en cada caso las capacidades disponibles y las especificidades de cada ecosistema de innovación, así como su capacidad de respuesta a los cambios necesarios para la transición.

También existe un importante consenso en afirmar que la involucración de los agentes del ecosistema, y especialmente de la ciudadanía, es fundamental para lograr su aceptación y para poder llevar a cabo las transformaciones (Norouzi et al., 2022; Mazzucato, 2019; OECD, 2021).

Por otro lado, la mayor parte de las barreras vinculadas a la gobernanza y a la regulación tienen que ver con la falta de políticas que acompañen al proceso de transición, con la falta de infraestructuras y de modelos de negocio adecuados para acompañar las transiciones, o con problemas derivados del propio proceso de implementación de las políticas públicas.

Muchas veces existen aparentes contradicciones a la hora de avanzar por la senda de la sostenibilidad y de mantener niveles de competitividad elevados, especialmente en lo que respecta al sector privado. En este sentido, la incertidumbre tiene un papel muy destacado al intentar resolver la dicotomía entre competitividad y sostenibilidad y afrontar así las barreras propias de las transiciones (Andersen, 2004), (Dominkovic et al., 2018).

Uno de los principales retos a los que se enfrentan los sistemas de gobernanza en las transiciones es construir una arquitectura de conoci-

miento para dotar de información a los procesos de toma de decisiones en las diferentes fases, dentro de un contexto de aprendizaje institucional continuado. Esto implica un cambio disruptivo en la forma de tomar decisiones desde lo público, que es necesario para que las transformaciones sean posibles (Oliver et al., 2021).

Finalmente, en la medida en que el objetivo final de las transiciones es resolver grandes retos a través de una transformación socio-técnica, en el medio plazo es interesante evaluar el cambio en los comportamientos y relaciones entre los agentes vinculados y realizar un control continuado de los resultados obtenidos y de las acciones necesarias que han de implementarse para no desviar los resultados de los objetivos definidos (Molas-Gallart et al., 2021).

Relacionado con el largo y el corto plazo, otra necesidad fundamental de las transiciones es realizar una estrategia que contemple ambos, y definir apuestas pacientes que estén pensadas para recoger los frutos en el largo. Así, hay tecnologías y transformaciones que en el corto plazo pueden no ser atractivas, pero que lo serán en el largo plazo teniendo en cuenta el cambio esperado de recursos y de tecnologías disponibles. Para que las transiciones sucedan, es fundamental tener en cuenta los tiempos en las evaluaciones, y disponer de un sector público potente que pueda sostener apuestas con visión de largo plazo (Kemp & Rip, 2001).

3.2. Roles de los RTO en las transiciones

Las transiciones están estrechamente vinculadas al desarrollo de tecnología, al entorno socio-tecnológico y, por tanto, a los agentes de la oferta tecnológica como los RTOs, que pueden jugar un papel fundamental no solo en la generación de tecnología, sino en la adaptación del ecosistema en los procesos de transición.

Es importante reconocer, sin embargo, que existe un problema de control para orientar las tecnologías a la resolución de problemas; en la medida en que los desarrollos tecnológicos se producen entre varios agentes y su creación no suele ser un proceso centralizado, es difícil desarrollar tecnología que impacte directamente sobre los objetivos de una forma premeditada, y una vez que la tecnología está implantada, ya es muy difícil ejercer control sobre sus impactos (Collingridge, 1980). Este dilema del control lleva a la necesidad de generar tecnología flexible, capaz de adaptarse a las necesidades del ecosistema y, a la vez, de influir sobre el mismo para provocar su adaptación a los cambios de la transición (Rip &

Kemp, 1998). De esa manera la transición se entiende como un proceso de evolución conjunta de la tecnología y de la sociedad o, dicho de otra forma, una coevolución con interacción entre la oferta tecnológica y la demanda social que, al inicio, no está perfectamente articulada, pero que deriva en un proceso de estabilización donde se definen los roles, responsabilidades, especializaciones y la diferenciación entre los agentes (Geels, 2020).

Existen numerosas definiciones de RTOs debido a la heterogeneidad que caracteriza a estos agentes y a sus diferencias de uno a otro contexto. Atendiendo a OECD (2022), los RTOs son organizaciones sin ánimo de lucro cuya misión principal es producir, combinar y unir diferentes tipos de conocimiento, habilidades e infraestructuras, para generar actividades de investigación y desarrollo en colaboración con socios públicos y privados. Estas actividades buscan generar innovaciones tecnológicas y sociales, y soluciones sistémicas que contribuyan a generar impacto social, político y económico, de manera que los RTO no se limiten a generar tecnología, sino que, además, contribuyan a crear el entorno socio-tecnológico donde la nueva tecnología desarrollará todo su potencial.

Por su naturaleza, la actividad de los RTO está, cada vez más, ligada al desarrollo y comercialización de soluciones tecnológicas para los grandes retos sociales, que a su vez puedan servir de apoyo a las transiciones energética, digital y demográfica. Es especialmente interesante el desarrollo de soluciones que provengan de la hibridación de dos o más tecnologías de campos de conocimiento diferentes. La tecnología puede venir como respuesta a una necesidad previamente detectada, o bien ser el desencadenante de la transición. En cualquiera de los dos casos, este rol de desarrollador de tecnología tiene una importancia fundamental en las primeras fases de las transiciones.

Por otro lado, responder a retos sociales requiere de una visión holística que, muchas veces, supone aunar conocimientos de diferentes naturalezas, agentes y disciplinas (Geels, 2020). En este sentido, los RTO tienen una oportunidad para funcionar como intermediarios en los sistemas de innovación facilitando la búsqueda de respuestas complejas entre una variedad de agentes y su implantación en el mercado final, y también para facilitar la creación y consolidación de las nuevas cadenas de valor necesarias para que las transiciones se completen. Este doble papel de los RTO como desarrolladores de las innovaciones sistémicas (creando soluciones como resultado de combinar el conocimiento, capacidades y tecnologías de diferentes agentes) y desarrolladores de los sistemas de innovación (creando puentes entre los actores) facilita la

labor de los RTO como agentes clave en la construcción compartida de una visión a largo plazo que contribuya a definir el escenario final de la transición (OECD, 2022).

El rol de intermediador en los ecosistemas permite también que los RTO difundan información, ayudando a eliminar las complejidades sistémicas, los movimientos desestabilizadores y las perturbaciones que surgen antes de llegar al nuevo equilibrio, y eliminando así la ineficiencia derivada de las asimetrías de información del sistema.

Además, los RTO aportan un *conocimiento profundo del entorno local* y cultural donde están implantados y, especialmente, de las claves intangibles que pueden actuar como impulsores o como barreras a la hora de abordar las transiciones y que son características del entorno, y diferentes de un entorno a otro. Esta tendencia está alineada con la teoría de las transiciones socio técnicas, que sostiene que la principal actividad de la oferta tecnológica trasciende la de ser mero difusor pasivo del conocimiento para convertirse en un agente activo capaz de colaborar para que los usuarios finales sean capaces de integrar las tecnologías en sus procesos, rutinas y procedimientos habituales mejorando la capacidad de absorción del ecosistema en su conjunto (Geels, 2004).

De todos los roles de los RTO en las transiciones, mejorar la capacidad de absorción tecnológica de las empresas es, probablemente, el que puede provocar un mayor efecto difusión y un impacto final más grande sobre el conjunto del ecosistema.

Si se define la capacidad de absorción como el potencial de una empresa para identificar el valor de la información nueva y externa, asimilarla y aplicarla con fines comerciales (Cohen & Levinthal, 1990), el concepto de RTO como agentes sistémicos les permite establecer con las empresas un proceso iterativo de aprendizaje y mejora, que va más allá de la transferencia de conocimiento. Los RTO, por tanto, pueden jugar un papel relevante *para ayudar a las empresas a combinar los diferentes modelos de aprendizaje* y mejorar así su capacidad de absorción.

Por otro lado, las empresas con baja intensidad de conocimiento tecnológico y con baja capacidad de absorción suelen tener una relación débil con los RTO (Hervas-Oliver et al., 2012). Además, la capacidad de absorción de una empresa y su compromiso con la I+D es directamente proporcional a su disposición para trabajar con socios tecnológicos que se encuentran a distancia geográfica o cultural de ellas (De Jong & Freel, 2010; Moodysson & Jonsson, 2007). Esto sugiere que los RTO tienen un campo de acción interesante en el acercamiento a las empresas de nivel

tecnológico bajo que por diferentes motivos no ven a los RTO como socios naturales, pero que podrían beneficiarse enormemente de la relación con los mismos en su camino dentro de las transiciones.

Lo que permite que una empresa pueda realmente entender y asumir en su proceso la nueva tecnología es que tenga una capacidad de absorción equilibrada (Mikhailov & Reichert, 2019; Zahra & George, 2002). Esto abre la puerta para que los RTO desarrollen el rol de *equilibrador de los diferentes componentes de la capacidad de absorción* potencial (la que le permite adquirir y asimilar conocimiento) y realizada (la que le permite transformar el conocimiento y explotarlo) de las empresas.

Por otro lado, los RTO actúan como *espacios controlados de experimentación* o nichos, donde se pueden testear los resultados de la interacción de diferentes disciplinas y conocimientos para dar respuesta a retos complejos derivados de las transiciones y que resultan especialmente útiles a la hora de facilitar las fases centrales de las transiciones. En general, los RTO disponen de las capacidades necesarias para gestionar las infraestructuras tecnológicas (*testbeds*, *plantas piloto*), que son clave a la hora de testear y escalar las soluciones que darán respuesta a los retos de las grandes transiciones (Viscido et al., 2022).

Finalmente, los RTO se convierten en *aliados de las políticas públicas* para comercializar e implantar soluciones tecnológicas que necesitan una cierta sofisticación de la demanda, especialmente en el caso de la transición verde. Así, los RTO son agentes activos dentro del debate político, lo que hace que no solo puedan identificar oportunidades para resolver los grandes retos sociales, sino que además tienen la oportunidad de influir en la agenda política para la búsqueda de soluciones y para la puesta en marcha de recursos esenciales que contribuyan a obtener dichas soluciones.

En la Tabla 2 se reflejan, a modo de resumen, algunos de los requisitos necesarios para que las transiciones sucedan, y el papel diferencial que los RTO pueden jugar para contribuir a cubrir estas necesidades:

Tabla 2

Necesidades de las transiciones en las que los RTO pueden jugar un papel diferencial

Necesidades de las transiciones	Papel de los RTO
Incorporar/aprender nuevas capacidades tecnológicas y no tecnológicas.	Mejorar la capacidad de absorción de los agentes del ecosistema.

Necesidades de las transiciones	Papel de los RTO
Definir una visión compartida y mantener la direccionalidad desde lo público.	Asesorar a las políticas públicas para desarrollar e implantar las soluciones necesarias y para acompañar a las transiciones. Impulsar las relaciones entre los diferentes agentes de los ecosistemas. Difundir información relevante en el ecosistema.
Desarrollar nuevo conocimiento para superar los retos técnicos.	Desarrollar soluciones tecnológicas hibridando conocimientos.
Preparar al mercado actual para la entrada de innovaciones, y crear nuevos mercados.	Gestionar las infraestructuras tecnológicas y los espacios de experimentación. Impulsar y testear innovaciones en entornos controlados. Aportar conocimiento sobre las características del entorno local, regional y nacional donde el RTO opera.
Involucrar a la ciudadanía en los cambios derivados de las transiciones.	Apoyar en el diseño de políticas públicas centradas en resolver necesidades de la ciudadanía. Difundir información relevante entre los agentes del ecosistema (incluyendo a la ciudadanía).
Realizar evaluación continua.	Apoyar en el diseño de políticas públicas y mecanismos de evaluación continua de las acciones implantadas.

Además de los roles, existen dos elementos principales que permiten definir el papel de los RTO en las transiciones: los recursos internos y externos disponibles para ser movilizados por los agentes; y las capacidades y competencias, tales como las rutinas y prácticas internas que estos agentes pueden llevar a cabo para impulsar las transiciones.

Dentro de los recursos con los que cuentan los RTO para apoyar los roles detallados anteriormente se contemplan los recursos físicos, las infraestructuras, los espacios de experimentación, las personas, los recursos financieros, el conocimiento, las redes o los recursos culturales entre otros, mientras que las capacidades se refieren sobre todo a las de naturaleza analítica, operativas, de coordinación y de aprendizaje (Borrás et al., 2023).

Son capacidades importantes, por ejemplo, la flexibilidad, entendida como la capacidad de los RTO para configurar respuestas basadas en diferentes tecnologías y en la combinación de conocimiento procedente de distintos sectores y de investigadores que proceden de áreas de conocimiento diversas y que muestran un profundo entendimiento del entorno y de las

tendencias globales, conocimiento que está muy relacionado con la calidad de su acompañamiento a las empresas, y también con su participación en el debate público y en la creación de una visión compartida con el ecosistema.

4. **Discusión**

En un contexto de cambio veloz e impredecible, los ecosistemas no siempre están preparados para afrontar un proceso de transición. Es necesario un entendimiento claro del entorno, un conocimiento de las claves que marcan el cambio y, a la vez, es fundamental disponer de las capacidades necesarias que doten a las organizaciones o, en su caso, a la sociedad, de la habilidad de entender el cambio, cómo este cambio les afecta, y realizar los ajustes necesarios para seguir aportando valor en el nuevo contexto y permanecer competitivo.

La mejora de la capacidad de absorción ya sea por parte de las empresas, de la sociedad, o por parte de las instituciones públicas, es un paso necesario para que todos ellos puedan hacer frente a las transiciones y a las diferentes barreras que estas presentan y que se han detallado en el punto 3.1 de este documento.

Esta situación supone una oportunidad para que los RTO trasciendan su papel como desarrolladores de tecnología y ocupen un rol principal acompañando a los agentes empresariales e institucionales en sus propios procesos de transición y en la generación de soluciones que den respuesta a los retos globales. Es fundamental para ello poner en valor no solo la dimensión tecnológica de los RTO, sino también sus capacidades relacionales, las habilidades de formación y de generación y difusión de información, de entendimiento de los entornos donde suceden las transiciones, así como su papel de intermediador y de facilitador para acompañar al conjunto de los agentes del ecosistema en sus propios procesos dentro de las transiciones.

Aunque este documento trata de ofrecer una primera aproximación sobre el valor que los RTO en general pueden ofrecer a los agentes de los ecosistemas en su adaptación a las transiciones digital y verde, sería muy útil desplegar este análisis teniendo en cuenta características concretas de los RTO (como su tamaño o su grado de especialización tecnológica), características de los ecosistemas (nivel de innovación, presencia de la industria en el tejido productivo, características de las empresas que lo componen, características de las instituciones), y obtener así recomendaciones de actuación para los RTO personalizadas y adaptadas a sus características y a las del entorno en el que prestan sus servicios.

Referencias

- Amara, L., Becheick, N., & Ouimet, M. (2008). Learning and novelty of innovation in established manufacturing SMEs. *Technovation* 28 (7), 450-463. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2008.02.001>
- Andersen, M. (2004). *An Innovation system approach to eco-innovation: Aligning policy rationales*. In *The Greening of Policies – Interlinkages and Policy Integration Conference* (pp. 1-28). Berlin.
- Bennat, T., & Sternberg, R. (2020). Knowledge bases in German regions: what hinders combinatorial knowledge dynamics and how regional innovation policies may help. *European Planning Studies* 28 (2), 319-339. <https://doi.org/10.1080/09654313.2019.1656168>
- Borrás, S., Haakonsson, S., & Poulsen, R. (2023). The transformative capacity of public sector organisations in sustainability transitions: a conceptualization. *Papers in Innovation Studies no. 02*. CIRCLE Centre for Innovation research LUND University.
- Cohen, W.M., & Levinthal, D.A. (1990). Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35(1), 128-152. <https://doi.org/10.2307/2393553>
- Collingridge, D. (1980). *The social control of technology*. New York: St. Martin's Press.
- Comin, D., Licht, G., Pellens, M., & Schubert, T. (2019). Do companies benefit from public research organisations? The impact of the Fraunhofer Society in Germany. *ZEW-Centre for European Economic Research Discussion Paper*, no19-006. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3354365>
- De Jong, J., & Freel, M.S. (2010). Absorptive capacity and the reach of collaboration in high technology small firms. *Research Policy* 39(1), 47-54. <https://doi.org/10.1007/s10961-020-09800-x>
- Dominkovic, D., Bacekovic, I., Pedersen, A., & Krajacic, G. (2018). The future of transportation in sustainable energy systems: opportunities and barriers in a clean energy transition. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 82, 1823-1838. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.06.117>
- EARTO. (2015). *Knowing your innovation ecosystem actors: data on European RTOs*. European Association of Research and Technology Organisations.
- EARTO. (2024). *Unlocking Innovation: the role of RTOs as intermediaries in knowledge valorisation*. EARTO-European Association of Research and Technology Organisations.
- Fitjar, R., & Rodriguez-Pose, A. (2013). Firm collaboration and modes of innovation in Norway. *Research Policy* 42, 128-138. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.05.009>
- Geels, F.W. (2002). Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multilevel perspective and a case-study. *Research Policy*, 31, 1257-1274. [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. (2019). Socio-technical transitions to sustainability: a review of criticism and elaboration of the multi level perspective. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 39, 187-201. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2019.06.009>
- Geels, F. (2020). Micro-foundations of the multi-level perspective on socio-technical transitions: developing a multi-dimensional model of agency through cross-overs between social constructivism, evolutionary economics and neo-institutional theory. *Technological Forecasting & Social Change*, 152. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.119894>
- Herstad, S., Sandven, T., & Ebersberger, B. (2015). Recruitment, knowledge integration and modes of innovation. *Research Policy*, 44 (1), 138-153. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2014.06.007>
- Hervas-Oliver, J., Albors-Garrigós, J., De Miguel, B., & Hidalgo, A. (2012). The role of a firm's absorptive capacity and the technology transfer process in clusters: How effective are technology centres in low-tech clusters?. *Entrepreneurship and Regional Development*, 24 (7-8), 523-559. <https://doi.org/10.1080/08985626.2012.710256>
- Hoogma, R., Kemp, R., Schot, J., & Tuffer, B. (2002). *Experimenting for Sustainable Transport: The Approach of Strategic Niche Management*. London, New York: Spon Press. <https://doi.org/10.4324/9780203994061>
- Jensen, M., Jhonson, E., Lorenz, E., & Lundvall, B. (2007). Forms of knowledge and modes of innovation. *Research Policy*, 36, 680-693. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.01.006>
- Kemp, R., & Rip, A. S. (2001). Constructing transition paths through the management of niches. In R. Garud & P. Karnoe (Eds.), *Path dependence and creation* (pp. 269-299). London: Lawrence Erlbaum.
- Mazzucato, M. (2019). *Governing Missions in the European Union*. European Commission.
- Mikhailov, A., & Reichert, F. (2019). Influence of absorptive capacity on innovation: a systematic literature review. *Revista de Administração Mackenzie*, 20 (6). <https://doi.org/10.1590/1678-6971/eRAMD190033>
- Molas-Gallart, J., Boni, A., Giachi, S., & Schot, J. (2021). A formative approach to the evaluation of Transformative Innovation Policies. *Research Evaluation*, 30(4), 431-442. <https://doi.org/10.1093/reseval/rvab016>
- Moodysson, J., & Jonsson, O. (2007). Knowledge collaboration and proximity: the spatial organisation of biotech innovation projects. *European Urban and Regional Studies*, 14, 115-131. <https://doi.org/10.1177/0969776407075556>
- Norouzi, F., Hoppe, T., Ramirez, L., & Bauer, P. (2022). A review of socio-technical barriers to smart microgrid development. *Renewable and sustainable energy reviews*, 167, 112-123. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112674>

- OECD. (2021). *The design and implementation of mission-oriented innovation policies. A new systemic policy approach to address societal challenges*. OECD Science, Technology and Industry Policy Papers, no. 100. <https://doi.org/10.1787/3f6c76a4-en>
- OECD. (2022). The contribution of RTOs to socio-economic recovery, resilience and transitions. *OECD Science, Technology and Industry Policy Papers n° 129*.
- Oliver, T., Benini, L., A, B., Dupong, C., Doherty, B., Grodzinska-Jurczak, M., & Tarrason, L. (2021). Knowledge architecture for the wise governance of sustainability transitions. *Environmental Science and Policy*, 126, 152-163. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsci.2021.09.025>
- Parrilli, M., & Radicic, D. (2020). STI and DUI innovation modes in micro, small, medium and large-sized firms: Distinctive patterns across Europe and the US. *European Planning Studies*. <http://dx.doi.org/10.1080/09654313.2020.1754343>
- Reda, F., Ruggiero, S., Auvinen, K., & Temmes, A. (2021). Towards low-carbon district heating: Investigating the socio-technical challenges of the urban energy transition. *Smart Energy*, 4, 100-110. <https://doi.org/10.1016/j.segy.2021.100054>
- Rip, A., & Kemp, R. (1998). *Technological change*. In S. Rayner & E. L. Malone (Eds.), *Social Science & Medicine* (327-399).
- Rotmans, J., Kemp, R., & Van Asselt, M. (2001). More evolution than revolution: transition management in public policy. *Foresight: The journal of future studies, strategic thinking and policy*, 3(1), 15-31. <https://doi.org/10.1108/14636680110803003>
- Thomä, J., & Zimmermann, V. (2019). Non-R&D, interactive, learning and economic performance. Revisiting innovation in SMEs. *IFH Working Paper*, no. 17.
- Vanrie, P. (2023). *Mutual Learning Exercise on Knowledge Valorisation: Intermediaries*. DG for Research and Innovation-European Commission.
- Viscido, S., Taucer, F., Grande, S., & Jenet, A. (2022). Towards the implementation of an EU Strategy for Technology Infrastructures. *JRC-EARTO Paper*.
- Zahra, S., & George, G. (2002). Absorptive capacity: A review and reconceptualization and extension. *Academy of Management Review*, 27 (2), 185-203. <https://doi.org/10.2307/4134351>

Sobre la autora

EVA ARRILUCEA es Doctora en Análisis Económico y Economía Pública por la Universidad del País Vasco (2005), España, y Experta en Dirección de Negocio y Tecnología por la Universidad de Deusto (2013). Tiene 20 años de experiencia en el asesoramiento en políticas públicas a administraciones públicas y ha desarrollado su carrera profesional en el sector privado con experiencia en Europa, Latinoamérica (Latam) y Oriente Medio. Desde hace 12 años trabaja en Tecnalia y actualmente forma parte del equipo de apoyo estratégico a la Dirección General. <https://orcid.org/0000-0003-2131-9195>

Ph.D. in Economic Analysis and Public Economy from the University of Basque Country (2005), Spain, and Expert in Business and Technology Management from the University of Deusto (2013). She has more than 20 years of experience in the private sector in public policy consulting for public administrations with experience in Europe, LATAM and the Middle East. She has been working in Tecnalia for 12 years and currently she is part of the strategic support team to the General Management. <https://orcid.org/0000-0003-2131-9195>