


## La transdisciplina y la investigación e innovación responsable en las empresas: una propuesta de integración

### *Transdisciplinary and responsible research and innovation in firms: a proposal for integration*

Graciela Salgado-Escobar<sup>1\*</sup>  <https://orcid.org/0000-0003-2144-4965>

Mario Aguilar-Fernández<sup>2</sup>  <https://orcid.org/0000-0003-2621-8692>

Recibido 18 de enero de 2023, aceptado 16 de octubre de 2023

*Received: January 18, 2023 Accepted: October 16, 2023*

#### RESUMEN

Ante la necesidad de generar conocimiento que traspase la visión disciplinaria y el desarrollo de investigación e innovación responsable (por sus siglas en inglés RRI), el objetivo de esta investigación es diseñar un proceso transdisciplinario que integre el enfoque de la RRI en las empresas para fortalecer el compromiso y desarrollo de objetivos de orden superior tanto para el individuo como para la sociedad. La investigación es de corte cualitativo, de tipo documental, se lleva a cabo en dos fases: la primera, consiste en una revisión de la frontera del conocimiento referente a la TD y la RRI, en publicaciones de los últimos cinco años, en la web of science. En la segunda, se configura el proceso TD-RRIE, cimentado en la metodología de los sistemas suaves, la teoría holónica, la metodología de stage-gates y el enfoque por competencias. El proceso consta de cuatro momentos, a través de los cuales se busca promover actuaciones éticas y socialmente admisibles, así también, se pretende que el proceso logre que la organización conciba la RRI como un patrón de pensamiento integrado para observar la realidad e incidir en la sociedad en general.

Palabras clave: Transdisciplinariedad, compromiso, competencias.

#### ABSTRACT

*Faced with the need to generate knowledge that transfers the disciplinary vision and the development of research and responsible innovation (RRI), the objective of this research is to design a transdisciplinary process that integrates the approach of RRI in companies to strengthen the commitment and development of higher order objectives for both the individual and society. The research is qualitative, of a documentary type, and it is carried out in two phases: the first consists of a review of the frontier of knowledge concerning the TD and the RRI, in publications of the last five years, in the web of science. In the second, the TD-RRIE process is configured based on the soft systems methodology, holistic theory, stage-gates methodology, and competence approach. The process consists of four moments through which it seeks to promote ethical and socially acceptable actions. Also, the process is intended to ensure that the organization conceives RRI as an integrated thought pattern to observe reality and influence society in general.*

*Keywords: Transdisciplinary, commitment, competences.*

---

<sup>1</sup> Instituto Politécnico Nacional. Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas-Departamento de Estudios Profesionales Genéricos. CDMX, México. E-mail: gsalgadoe@ipn.mx

<sup>2</sup> Instituto Politécnico Nacional. Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas- Sección de Estudios de Posgrado e Investigación. CDMX, México. E-mail: maguilarf@yahoo.com

\* Autor de correspondencia: gsalgadoe@ipn.mx

## INTRODUCCIÓN

Es cada vez más evidente, que la transformación social hacia la sustentabilidad depende de nuestra capacidad para producir conocimiento [1]. En los últimos años, se ha reconocido que para enfrentar los grandes desafíos como lo son: el cambio climático, la salud, el alivio de la pobreza, el envejecimiento de las sociedades, entre otros, es preciso la participación de todos de manera activa, tanto de los actores públicos como las partes interesadas en los procesos de investigación e innovación, por lo que, con el fin de alcanzar una alineación con los requerimientos de la sociedad, los estados miembros de la Unión Europea y la Comisión Europea, han emprendido una serie de iniciativas, tal es, la Investigación e Innovación Responsable (por sus siglas en inglés, RRI). La RRI, pretende que todas las partes interesadas involucradas en los procesos de investigación e innovación, obtengan conocimientos relevantes, en una etapa temprana, acerca de las repercusiones de sus acciones y abanico de opciones que se les ofrece, así también, que logren evaluar eficazmente, con base en las necesidades sociales y morales, esas consecuencias y opciones, y que de manera imprescindible, utilicen esas consideraciones para el diseño y la realización de nuevas investigaciones y productos [2].

Si bien, la innovación es clave en la economía y la preservación de la competitividad, su papel se ha venido reconfigurando sustancialmente [3] con miras hacia la responsabilidad [4]. A través de la RRI, se busca establecer el enfoque colectivo e inclusivo en los procesos de investigación e innovación [2]. Esta perspectiva social, conlleva a que la actuación de las empresas sea responsable, no solo hacia los consumidores, inversores y gobierno, sino en cuanto a la protección y desempeño ambiental [5]. Se espera que las restricciones económicas, sociales y ambientales sean planteadas como impulsores para que las empresas los utilicen para diseñar la estrategia empresarial. Pese a que, las empresas asumen sus responsabilidades de maneras distintas y de diferentes cosas, todas estas tienen un componente de responsabilidad moral, que en la práctica no sucede [6]. Por lo que la RRI, se presenta como una propuesta para facilitar la conveniencia de los resultados de la ciencia y la innovación, a además de, la sostenibilidad ética; es decir, no bastan acciones que garanticen el desarrollo económico,

protejan el medio ambiente y garanticen el trabajo decente, sino que también, se requiere preservar la conciliación entre los individuos [7] para la configuración de una filosofía de vida, centrada en el respeto de los derechos humanos y la convivencia entre estos [8]. Lo que implica dejar de entender la responsabilidad desde un enfoque individualista y fragmentado [9] para concebirla desde un enfoque colectivo, que involucra a innovadores, investigadores, financiadores, gobierno, instituciones de educación superior y sociedad civil, en todo el proceso de investigación e innovación [10]. Asimismo, implica desistir de ver la responsabilidad de forma reactiva para considerarla como un proceso proactivo, con resultados socialmente deseables [4], [6]. En este sentido, se concibe que una empresa es “responsable”, al desarrollar investigación e innovación que es apropiada en las condiciones económica prevalecientes, que se compromete por el bienestar de las partes interesadas o de las generaciones futuras, y que, promueve la inclusión social, geográfica y temporal [11]. Sin duda, la ética es fundamental e indispensable en este proceso -es la base de los valores morales para suscitar el compromiso- por lo que debiera ser el punto de partida (la RRI) y de llegada (la sustentabilidad) para las empresas, para no caer en prácticas vacías e injustas alejadas de las necesidades del mundo actual y futuro [12].

Así pues, dada la naturaleza de la RRI, resulta indispensable pensar en la transdisciplina (TD) para lograrlo [13], ya que implica traspasar las fronteras disciplinares para “ver más allá” si se quiere comprender este “mundo complejizado”, lo que obliga a cambiar la forma de comprender, pensar y valorar. La TD, es un estudio global, en el que la participación de todas las partes interesadas es esencial y abierta, conlleva a la unidad del conocimiento (científico y no científico) y a otras concepciones de la realidad y formas de coexistir [14]. Si bien, las empresas ya han comenzado a realizar actividades enmarcadas en la RRI, aun son en forma limitada y sin aplicar el enfoque sistémico e integral en el entorno corporativo [15]. Por lo que, se requiere la preparación de todos para lograrlo, de igual manera que los estudiantes deben prepararse para participar en la RRI [16], las empresas también se ven comprometidas a hacerlo. La formación de competencias es clave en la construcción del tejido social, ya que son

aquellas que parten de la autorrealización personal, en el que el diálogo y la negociación con las exigencias sociales y empresariales son cruciales [17]. Sin duda, el contexto actual, demanda mucho más que competencias de contenido y pensamiento [18], se requiere desarrollar competencias precisas, que jamás podrán desarrollarse desde el trabajo disciplinario [19], [20].

### **Teorías y metodologías prácticas para la TD y la RRI**

Dentro de las teorías y metodologías que existen en la literatura, se distingue que la TD y la RRI puede apoyarse, principalmente, en la teoría holónica de Wilber (1996). En la cual, se considera que cada identidad u holón se encuentra determinado por un grado de conciencia, profundidad y alcance [21]. Aplicando la teoría al proceso TD, se concibe que cada uno de los momentos (holones) que lo integran (disciplina, multidisciplina interdisciplina y TD) es caracterizado por un grado de conciencia, profundidad y alcance con el que se estudia un problema, y que, cada uno de los momentos, por ejemplo: el multidisciplinario, incluye y trasciende al inferior (al momento disciplinario) sin dejar de valorar su individualidad y siempre considerándolo como parte del otro. De igual manera, sucede con los otros momentos hasta llegar al momento TD, con el cual se inicia nuevamente el proceso TD. Así también, se considera conveniente utilizar la metodología de los sistemas blandos (SSM, por sus siglas en inglés) que propone Checkland (2000), dada su propuesta para abordar problemáticas sociales y complejas, caracterizadas por ser dinámicas y contener diversas miradas asociadas con la realidad, a través de un proceso de investigación, que contempla siete principios y que sustentan las cuatro acciones del SSM: 1) investigar una situación problemática; 2) elaborar, con base en las diferentes visiones del mundo, modelos sustanciales para su exploración; 3) plantear cuestionamientos sobre la situación, utilizando los modelos, para hallar alternativas de cambio convenientes y factibles; y 4) preparar y actuar sobre las medidas para transformar la situación actual en una mejor. Es importante la reflexión crítica sobre el proceso, la cual garantiza que las lecciones sean aprendidas y que el proceso continúe [22].

Por su parte, la metodología *stage-gate* de Cooper (2008), se contempla de gran utilidad debido a que

consiste en establecer etapas (*stage*), en las cuales se realizan las actividades pertinentes para llevar el proyecto al siguiente punto de decisión o punto de partida, es decir otra etapa, no sin antes pasar por una compuerta (*gate*), la cual se utiliza para asegurar el cumplimiento de lo esperado, por lo que es necesario definir los criterios para evaluar el proyecto así como un plan de la siguiente etapa, y poder continuar con la siguiente etapa o, bien, repetirla [23].

### **Investigaciones previas**

Con base en la literatura revisada en la *web of science* (WoS), se observa que el número de publicaciones de los últimos cinco años sobre la TD, innovación y la RRI, aún es limitado. Se identifican dos categorías, la primera, corresponde a publicaciones sobre TD e innovación y la segunda, incluye las publicaciones sobre RRI. Con respecto a la primera categoría, las investigaciones se agruparon en seis subcategorías: i) programas o proyectos TD para promover y/o mejorar el proceso de innovación [24]-[30], los cuales representan la mayoría de las publicaciones, ii) investigaciones cuyo objetivo es analizar el potencial de la co-producción transdisciplinaria para ser utilizada como un marco para un desarrollo más participativo e innovador [31]-[35]. iii) propuestas para la integración del conocimiento innovador en el contexto de la sociedad/economía basada en el conocimiento [36], iv) estudios que tienen por objetivo fomentar el aprendizaje innovador a través de la TD [37], v) estrategias para apoyar la investigación TD, en el que se identifican oportunidades y barreras para la innovación [38], y vi) investigaciones que integran la teoría de la complejidad y la transdisciplinaria para crear un modelo co-evolutivo de la innovación [39]. Con respecto a la segunda categoría, se identificó que, en muy similar proporción, las publicaciones corresponden al campo de estudio de la ética, la filosofía, la administración y lo social. De acuerdo con las de administración, de manera de general, son estudios que plantean que los actores sociales trabajen conjuntamente en el proceso de investigación e innovación para la sincronización de resultados con las exigencias, los valores y perspectivas sociales [40]-[42], [43], estudios sobre diseños de proyectos/programas con base en la RRI [44]-[46] y estudios sobre las actitudes y enfoques de las empresas RRI. En conclusión, en su mayoría son investigaciones que estudian el

impacto, las barreras y desafíos que conlleva la RRI. Cabe señalar que no se encontraron publicaciones que relacionaran directamente la TD con la RRI.

Sin duda, las actividades de colaboración han revelado una diversidad de puntos de vista hacia la RRI [6]. En términos generales, se enfatiza que las prácticas de RRI implican nuevas responsabilidades y rutinas para la innovación. Desde la perspectiva empresarial, aun cuando son limitadas las investigaciones, se hace hincapié en la suma de los esfuerzos entre el mundo educativo, el científico y el empresarial, así también, se expone la necesidad de cambiar el paradigma basado en la industria a uno basado en el conocimiento, en el que todas las partes interesadas tienen mucho que aportar [2], [4]. Por lo que, resulta crucial el trabajo TD, mismo que está centrado en lograr que los sujetos aprendan a conocer, a hacer, a ser, a vivir juntos y a transformarse a sí mismos y a la sociedad, a través de mezclar sistemáticamente los niveles de investigación, innovación y educación [47], para la implementación de la RRI. Para lo cual el razonamiento sistémico y holístico ayudan a dirigir el curso a tomar [21], y ser la piedra angular para la moral [48]. De tal manera que, para lograr una transformación en las empresas, permeada en una nueva cultura empresarial, se requiere promover la TD y la RRI, por ende, el objetivo de esta investigación es diseñar un proceso transdisciplinario que integre el enfoque de la RRI en las empresas para fortalecer el compromiso y desarrollo de objetivos de orden superior tanto para el individuo como para la sociedad. El artículo está configurado por cuatro apartados: i) la introducción, ii) el método, iii) los resultados y iv) la discusión.

## MÉTODO

Es una investigación documental, de tipo cualitativa [49], realizada en dos etapas. En la primera, se lleva a cabo la revisión en la frontera del conocimiento, en la *Web of Science (WoS)*, sobre los estudios referentes a TD y la RRI. La revisión de la literatura [50], [51], es con base en los artículos científicos publicados en los últimos cinco años, a partir de los cuestionamientos: cuál es el objetivo de la investigación y qué metodología utiliza. Así bien, esta primera etapa consta de tres momentos: i) recopilación de la información, en el que se hace primero la búsqueda, en la *WoS*, de los artículos científicos con el tema de (*research and*

*responsibility innovation*) y (*transdisciplinary*), considerando como parámetros de inclusión que los artículos estuvieran publicados entre los años 2018 y 2022, que el título del documento incluya las siguientes combinaciones: a) “transdisciplinary” e “innovation”, b) *research and responsibility innovation*, c) RRI, y finalmente, que sean de acceso libre y en idioma inglés. Posteriormente, se ubican y descargan las publicaciones para su revisión. ii) Análisis de la información, consiste en hacer la revisión de las publicaciones para identificar el objetivo de la investigación y metodología, asimismo, el autor y país de origen. iii) Resultados de la información, para lo cual se establecen concordancias y carencias en la investigación sobre la RRI y la TD, lo que conduce a la configuración del “Proceso TD de RRI en las empresas” (PTD-RRIE).

La segunda fase, consiste en el diseño del PTD-RRIE, el cual se diseña en tres etapas: la primera, consiste en determinar los momentos y compuertas que conforman el proceso. En la segunda, se desarrolla cada momento, mismos que están basados en la metodología blanda de los sistemas [22] y la teoría holónica [21], así mismo, se incluyen las competencias correspondientes a cada momento, para lo cual se utilizan como base las competencias TD [52] y de RRI [4], [16]. Finalmente, la tercera etapa consiste en el desarrollo de las compuertas, basado en la metodología de stage-gate [23], y la rúbrica de evaluación de Wickson y Carew [53].

## RESULTADOS

Partiendo de que la TD y el enfoque de la RRI obliga a sobrepasar el pensamiento disciplinario y la inclusión de las partes interesadas en el proceso de investigación, asimismo, a una consideración de las cuestiones sociales y éticas, resulta imperante, promover la TD y la RRI en las empresas, para aumentar la probabilidad, que, de manera temprana, la investigación e innovación estén dirigidas a resolver los “grandes desafíos” del mundo. Lo que ayudaría, por un lado, a las empresas a reducir el riesgo de costos por productos con limitada posibilidad de éxito en el mercado, por no responder a la demanda de la sociedad, y por el otro, a crear una cultura empresarial cimentada en la responsabilidad social [2]. Lo que implica, pensar en un proceso integral, tal es, el “Proceso TD de RRI en la empresa” (PTD-RRIE),

el cual busca atender la necesidad de garantizar la formación en las empresas para que integren todas las fuentes e impulsores de acción equilibradamente. De modo que, tanto los esquemas regulatorios, así como, los diferentes “intereses” sean reconocidos -principalmente los sociales- acorde con el contexto. Se considera que la determinación de este último es clave para la RRI, a fin de no desatender la naturaleza histórica de los valores, costumbres, normas de convivencia, necesidades y reclamos de la sociedad [54].

Por lo que, el PTD-RRIE está configurado por cuatro momentos y cuatro compuertas: el momento I, se denomina “Disciplina”, el momento II, “Multidisciplina”, el momento III, Interdisciplina y el momento IV, “Transdisciplina”. Es un proceso basado en las cuatro acciones de SSM [22], en el que, en cada momento la empresa deberá configurar una nueva identidad u holón, determinado por el nivel de profundidad y alcance con el que es atendida una problemática [21] de RRI. Cada compuerta es para validar que puede pasar a otro nivel [23]. El proceso tiene como eje central el desarrollar

las competencias TD [52] y de RRI [4], [16], ya que se considera que fortalecer estas capacidades, preservará la institucionalización del enfoque RRI en la cultura [6] de la empresa. Es importante mencionar, que cada momento del PTD-RRIE se diferenciará uno del otro por el nivel de estudio de la realidad, la integración de las visiones y la complejidad. El PTD-RRIE es un proceso cíclico, que implica desarrollar el pensamiento sistémico y complejo, ver Figura 1.

Los momentos y compuertas del PTD-RRIE, se precisan a continuación:

### Momento I. Disciplina

En el momento disciplina las actividades de investigación e innovación, con base en la SSM, se llevan a cabo en un entorno de proyecto de la empresa o una infraestructura [22]. Si bien, se reconoce que el enfoque que se tiene en estas actividades es desde un nivel disciplinario -el problema se estudia de manera aislada, desde una sola visión- [14], son el punto de partida natural de la RRI. A este nivel aún es limitado promover procesos deseables,

Fuente: Adaptación del Proceso transdisciplinario para la ES [55], competencias TD [52] y RRI [4].

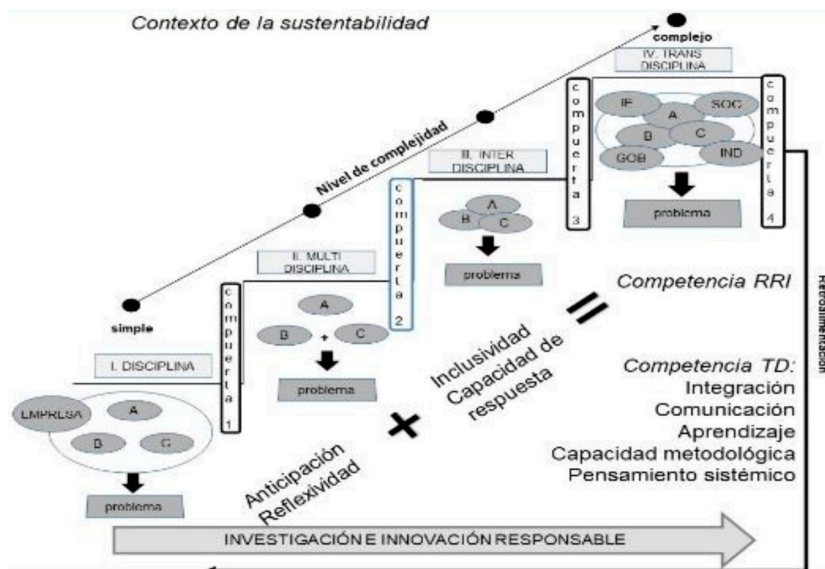


Figura 1. Proceso transdisciplinario de RRI en las empresas.

Nota: las esferas A, B, C, son cualquiera disciplina, IE, instituciones de educación, GOB, gobierno, SOC, sociedad, IND, industria.

aceptables y sostenibles, y resultados a largo plazo. A pesar de su intención original, en la práctica la RRI generalmente se introduce después de que las decisiones principales ya están tomadas, por ejemplo, para lanzar un gran proyecto de investigación o infraestructura de investigación [6].

No obstante que, en este nivel la RRI tiene las tareas bastante limitadas para legitimar y dar forma a estas iniciativas, se busca promover la responsabilidad desde la preparación y toma de decisiones: la capacidad de anticipación, reflexión y compromiso para tomar la decisión de lanzar el nuevo producto o proceso, además de, establecer cuál será la próxima investigación e innovación que se desarrollará [6]. Por lo que, las competencias a promover dentro de la empresa para que se tenga la capacidad de explorar y gestionar posibles futuros, es decir, la dimensión de anticipación, son dos principalmente [16]: la primera, la capacidad ética orientada al futuro, ya que resulta necesario tener la capacidad para comprender, apreciar y comprometerse con los principios éticos y su aplicación al contemplar posibles esfuerzos anticipatorios y futuros. La segunda, la pro-actividad, que consiste en participar, comprender y apreciar una actitud y una acción proactivas.

En cuanto a la dimensión de reflexividad [16], es necesario desarrollar las competencias que permitan examinar los contextos, formas de hacer y de saber, asimismo, maneras de relacionarse con los desafíos sociales y principalmente, con las prácticas de investigación e innovación. Por ende, la conciencia situacional, es una de las competencias necesarias, ya que permite entender, comprometerse y apreciar el desarrollo de la conciencia en lo que respecta a las normas y necesidades en una situación específica. Otra competencia esencial, es la conciencia social y empatía, que, a diferencia de la anterior, esta se centra en los sentimientos del otro y las necesidades sociales. Sin duda, es imprescindible el pensamiento ético, con el fin de entender, comprometerse y apreciar las discusiones éticas y poder evaluar las perspectivas, esfuerzos y resultados. Además de, el pensamiento disruptivo, para poder entender, comprometerse y apreciar formas diferentes de pensar que desafíen el *statu quo* que se tiene y que van más allá de formas convencionales de ser, conocer y hacer. Se presume que la empresa al desarrollar estas capacidades y lograr utilizarlas para atender –desde su visión– una problemática de la RRI, da

pauta a una nueva identidad u holón, con base en la teoría holónica de Wilber [21]: la disciplinaria.

### Compuerta 1

La finalidad de las compuertas, sustentado en la metodología *stage-gate* de Cooper, es cerciorarse que se tienen las capacidades para pasar al siguiente nivel [23]. En este caso, del disciplinario al multidisciplinario. Para lo cual, se propone utilizar una lista de verificación o *check list* [56], para evaluar el cumplimiento de las intenciones del nivel disciplinario. El instrumento de evaluación, es una adaptación de la *Rubric for assessing RRI* de Wickson y Carew [53], el cual es útil para tener claro lo que se espera de cada momento del proceso TD-RRI, así como servir de guía para la mejora de aquellos que pretenden innovar responsablemente, ver la Tabla 1.

Dicho instrumento consta de siete criterios, mismos que se utilizarán en las compuertas dos, tres y cuatro, solo que en un nivel acorde con el momento a evaluar: i) socialmente relevante y orientado a la solución, el cual está centrado en evaluar el tipo de problema abordado y solución buscada. ii) Análisis centrado en la sostenibilidad y futuros, orientado a visualizar el nivel de anticipación de futuros potenciales, identificación de riesgos y beneficios potenciales, asimismo, la consideración de la sostenibilidad ambiental, social y económica. iii) Diverso y deliberativo, mide el nivel de involucramiento de las partes. iv) Reflexivo y receptivo, orientado al reconocimiento de condiciones previas del contexto y el equipo, v) Riguroso y robusto, enfocado en aspectos del problema a considerar, en la reproducibilidad entre actores y entorno. vi) Creativo y elegante, orientado en el nivel de novedad, audacia, belleza y suficiencia. vii) Honesto y responsable, es para identificar incertidumbre, limitaciones, líneas de delegación y apropiación [53].

### Momento II. Multidisciplina

El momento multidisciplinaria consiste en desarrollar, de manera simultánea pero no conjunta, desde varias disciplinas el proyecto de investigación e innovación, para lo cual cada disciplina utiliza su propia metodología [14]. Por lo que, acorde con la SSM, es necesario tener presente quienes serán las partes interesadas que participarán en el proyecto TD, y posteriormente, con el fin de lograr una mejor cooperación y entendimiento para desarrollar la investigación, establecer conceptos clave e identificar paradigmas de concordancia [22].

Tabla 1. Lista de verificación para la disciplina.

| Criterios  | Nivel disciplinario  |
|--|--|
| Socialmente relevante y orientado a la solución.             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Persigue un interés puramente personal.</li> <li>• Se crea de conocimiento descontextualizado o nuevos problemas.</li> </ul>  |
| Análisis centrado en la sostenibilidad y escaneo del futuro. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pronostica singularmente los resultados futuros del proyecto sin un esfuerzo para identificar riesgos o escenarios futuros.</li> </ul>  |
| Diverso y Deliberativo.                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Existe comunicación con las partes interesadas solo hacia el final del proceso de I+D.</li> <li>• Uso de enfoques de comunicación unidireccional y defensiva frente a puntos de vista o preguntas de las partes interesadas.</li> <li>• Uso mono-metodológico y disciplinario.</li> </ul>   |
| Reflexivo y receptivo.                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nula consideración o reconocimiento explícito de las limitaciones planteadas por la estructura institucional y las realidades contextuales.</li> <li>• No hay proceso para facilitar la práctica reflexiva.</li> <li>• No se buscó ninguna crítica.</li> <li>• No hay evidencia de potencial de cambio en respuesta a críticas / comentarios no solicitados.</li> </ul>   |
| Riguroso y robusto.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Enfoque estrecho en un elemento o aspecto de un problema.</li> <li>• Los resultados no se pueden replicar.</li> <li>• Resultados que no se pueden aplicar confiablemente en contextos del mundo real.</li> </ul>  |
| Creativo y elegante.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• El encuadre de problemas, las ideas y los métodos caen dentro de los paradigmas establecidos.</li> <li>• Se dedican amplios recursos (por ejemplo, tiempo, dinero, personal, etc.) para trabajar con una importancia mínima.</li> <li>• No se tiene en cuenta la estética de las condiciones previas de funcionamiento del proceso de I+D.</li> </ul>   |
| Honesto y responsable.                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• No hay transparencia sobre las limitaciones e incertidumbres.</li> <li>• Propiedad imposible de rastrear de los componentes.</li> <li>• No hay reconocimiento específico de las normas relativas a los requisitos de gobernanza o la ética de la investigación.</li> <li>• No se ha demostrado un compromiso con las políticas de libre acceso a la información.</li> <li>• La rendición de cuentas solo se acepta por resultados positivos.</li> </ul> |

Fuente: Adaptación de A rubric for assessing RRI [53].

Las competencias que se requieren fortalecer en este nivel, son las mismas que las propuestas para el momento disciplinario; no obstante, estas requieren un mayor nivel de responsabilidad, con el fin de ser capaz, principalmente, de, considerar riesgos y beneficios asociados en términos de una o más de las tres dimensiones de la sostenibilidad, tener formas unidireccionales de comunicación con las partes interesadas, pero abiertas a alguna interacción, involucrase a cierto nivel de diversidad metodológica y práctica multidisciplinaria, tener voluntad para aceptar el cambio en respuesta a la práctica reflexiva interna o a la revisión y crítica externas, mostrar interés en varias dimensiones

del problema aunque no necesariamente sus interrelaciones, perseguir nuevas ideas a través de métodos establecidos dentro de un marco de problemas aceptado, cumplir con los estándares mínimos de requisitos de gobernanza y ética de la investigación. Por tanto, al promover en la empresa estas competencias y forma de atender la problemática de RRI, se da origen a una nueva identidad de la empresa: la multidisciplinaria.

### Compuerta 2

Para valorar el nivel de evolución de las competencias TD/RRI adquiridas en el momento multidisciplinario, se propone utilizar la lista de verificación para la multidisciplinaria, ver Tabla 2.

### Momento III. Interdisciplina

El momento interdisciplina, con base en la SSM, consiste en vincular los métodos, teorías y contenidos de conocimiento de las diferentes disciplinas. Para lograr la integración de las disciplinas es necesario comprender la otra perspectiva, lo que implica procesos complejos y cognitivamente exigentes [22]. No se trata de lograr la coexistencia de disciplinas (multidisciplinariedad), sino la integración de disciplinas [57]. De tal manera que, se configura una metodología a partir del intercambio de marcos conceptuales, epistémicos y metodológicos, que permita examinar los procesos del sistema, así como comprender su funcionamiento y evolución como un todo organizado [58]. Ahora bien, es un momento que se inicia con la identificación y estructuración del problema, en el que ninguna

ideología disciplinaria domina ni tampoco los valores de las partes interesadas. Seguidamente, se descompone el problema complejo para identificar las actividades más relevantes, para lo cual es necesario que los participantes de la investigación desglosen los procesos, los subprocesos y actividades [22].

Las competencias de responsabilidad a desarrollar en sus diferentes dimensiones [16], y en un mayor nivel que el multidisciplinario, son: a) dimensión de anticipación, la capacidad ética orientada al futuro y pro-actividad, b) dimensión de reflexividad, conciencia situacional, social y empatía, pensamiento ético y disruptivo. En este nivel, es imprescindible promover la dimensión de inclusividad, la cual es fundamental para poder involucrarse, comunicar

Tabla 2. Lista de verificación para la multidisciplinaria.

| Criterios  | Nivel multidisciplinario   |
|--|--|
| Socialmente relevante y orientado a la solución.             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Centrado en un problema marginal o autodefinido.</li> <li>• Emplea procesos destinados a generar información hacia una solución.</li> </ul>   |
| Análisis centrado en la sostenibilidad y escaneo del futuro. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Intentos informales de lanzar en el futuro un proyecto.</li> <li>• Considera algunos riesgos y beneficios asociados con las tres dimensiones de la sostenibilidad.</li> <li>• Muestra pocos indicios de cómo el proceso de I+D puede adaptarse y responder a la sostenibilidad.</li> </ul>  |
| Diverso y Deliberativo.                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Muestra etapas limitadas del proceso de I+D abiertas a la participación de las partes interesadas.</li> <li>• Tendencia hacia formas unidireccionales de comunicación con las partes interesadas, pero abiertas a alguna interacción.</li> <li>• Involucra cierto nivel de diversidad metodológica y práctica multidisciplinaria.</li> </ul>  |
| Reflexivo y receptivo.                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Muestra algún indicio de conciencia sobre las limitaciones planteadas por la estructura institucional y las realidades contextuales.</li> <li>• Utiliza un proceso informal, único o ad hoc para considerar los valores, supuestos y opciones subyacentes.</li> <li>• Aceptar comentarios críticos cuando se les ofrezcan.</li> <li>• Voluntad declarada de aceptar el cambio en respuesta a la práctica reflexiva interna y crítica externas.</li> </ul> |
| Riguroso y robusto.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Existe interés en varias dimensiones del problema, aunque no necesariamente sus interrelaciones.</li> <li>• Resultados sin probarse en condiciones del mundo real.</li> </ul>   |
| Creativo y elegante.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se persiguen nuevas ideas a través de métodos establecidos dentro de un marco de problemas aceptado.</li> <li>• Se emplean recursos ineficientemente.</li> <li>• Se presta atención estética a los productos previstos.</li> </ul>  |
| Honesto y responsable.                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Existen declaraciones que indique incertidumbres y limitaciones.</li> <li>• Indicaciones de posibles líneas de delegación y apropiación.</li> <li>• Cumple con los estándares mínimos de requisitos de gobernanza y ética de la investigación.</li> <li>• Disposición para aceptar la responsabilidad por los impactos positivos y algunos impactos negativos.</li> </ul>   |

Fuente: Adaptación de A rubric for assessing RRI [53].



y colaborar con los diversas partes interesadas para abordar los desafíos sociales a través de la investigación e innovación, para lo cual se requieren cuatro competencias básicas: i) comunicación multiperspectiva e intercultural, que consiste en comprender y comprometerse y apreciar las estrategias de comunicación que incluyen múltiples marcos de referencia, perspectivas y culturas. ii) capacidad participativa, para entender, involucrarse y valorar los procesos participativos para la toma de decisiones que incluye las voces de las partes interesadas y las voces silenciosas. iii) Colaboración TD, la cual posibilita el comprensión, participación y apreciación de los esfuerzos colaborativos y la conexión entre disciplinas, partes interesadas y contextos. iv) Apertura y transparencia, para garantizar el proceso de compartir información sobre los hallazgos, procesos y prácticas.

Así también, se requieren competencias para la dimensión de capacidad de respuesta, la cual incluye las capacidades para hacer frente y responder a las necesidades y desafíos sociales, tales como [16]: adaptabilidad, para conocer, comprometerse y evaluar el diseño flexible y adaptable de las

prácticas de investigación e innovación para hacer frente a los desafíos emergentes. Y la de agencia, para entender, comprometerse y apreciar las acciones intencionales a través de las cuales uno puede iniciar o contribuir al cambio. Sin duda, la empresa al promover las competencias antes mencionadas para comprender y atender el funcionamiento y evolución -como un todo organizado- de la RRI, configura una nueva identidad: la interdisciplinaria.

### Compuerta 3

Para valorar el nivel de evolución de las competencias TD/RRI alcanzadas en el momento interdisciplinario, se propone utilizar la lista de verificación para la interdisciplina, ver Tabla 3.

### Momento IV. Transdisciplina

El momento TD se caracteriza, principalmente, por el nivel de comunicación y comprensión con el que se logra diseñar el sistema a estudiar y entender su funcionamiento. Por tanto, es crucial que las partes interesadas en la RRI –empresa, gobierno, instituciones de educación superior, sociedad, investigadores y todos aquellos actores que estén

Tabla 3. Lista de verificación para la interdisciplina.

| Crterios   | Nivel interdisciplinario  |
|--|---|
| Socialmente relevante y orientado a la solución.             | <ul style="list-style-type: none"> <li>Aborda una necesidad social significativa.</li> <li>Análisis continuo de objetivos y procesos para mantener una solución exitosa.</li> </ul>   |
| Análisis centrado en la sostenibilidad y escaneo del futuro. | <ul style="list-style-type: none"> <li>Inclusión de futuras actividades durante el proceso I+I.</li> <li>Intentos de integrar una evaluación de los riesgos y beneficios para la sostenibilidad.</li> </ul>   |
| Diverso y Deliberativo.                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Invitar e integrar las opiniones de las partes interesadas a lo largo del proceso de I+I.</li> <li>Interacción dialógica con las partes interesadas y abierto al aprendizaje mutuo.</li> <li>Aplica una gama de métodos y adopta un proceso interdisciplinario.</li> </ul>   |
| Reflexivo y receptivo.                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Esfuerzo explícito para identificar las limitaciones institucionales y contextuales.</li> <li>Uso ocasional de procesos estructurados para reflexionar sobre valores, suposiciones y elecciones subyacentes.</li> <li>Búsqueda activa de retroalimentación crítica de fuentes y actores seleccionados.</li> </ul>        |
| Riguroso y robusto.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Considera múltiples dimensiones del problema y sus interrelaciones.</li> </ul>   |
| Creativo y elegante.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrolla nuevos métodos de acuerdo con nuevas ideas dentro de un marco de problemas establecido.</li> <li>Presta atención estética a las condiciones previas y a los productos.</li> </ul>   |
| Honesto y responsable.                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Identifica incertidumbres y limitaciones significativas por los involucrados.</li> <li>Cumplimiento de los requisitos de gobernanza y ética de la investigación.</li> <li>Favorece las políticas de libre acceso a la información.</li> <li>Rendición de cuentas por posibles impactos positivos y negativos.</li> </ul> |

Fuente: Adaptación de A rubric for assessing RRI [53].

involucrados con el proceso de investigación e innovación– tengan la capacidad para precisar las interdependencias y los canales de retroalimentación entre actividades [22].

Con base en la SSM [22], el momento está enmarcado en cinco áreas focales: 1) inclusión, requiere que las partes interesadas tanto de la práctica como de la investigación tengan derecho a todo el proceso de producción de conocimiento. 2) Colaboración, exige que los procesos y métodos para participar, así como la calidad y grado de participación, resulten de contribuciones profundas de la investigación y la práctica. 3) Integración, implica capturar la complejidad del problema y los problemas que se abordan a partir de la asimilación, combinación y/o síntesis de conocimientos, perspectivas, experiencias y valores de las partes interesadas. 4) Usabilidad, que compromete la evaluación y la reflexión hacia la capacidad transformadora y solidez social de los productos o procesos, así como, los resultados del proceso de investigación. 5) Reflexividad, es necesaria la inspección continua sobre las decisiones que se toman para definir e integrar la diversidad de conocimientos, cosmovisiones, valores, experiencias y prioridades de la práctica y de la ciencia en el proceso de investigación.

Algunas de las técnicas y enfoques para promover las cuatro dimensiones de la innovación responsable son: para la anticipación, se puede utilizar la previsión, la evaluación de la tecnología, el escaneo del horizonte, escenarios y evaluación de la visión. Para la dimensión de reflexividad, la colaboración y formación multidisciplinarias, el integrar a los científicos sociales y éticos en los laboratorios, la evaluación ética de la tecnología, los códigos de conducta y moratorias. Con respecto a la dimensión de inclusión, bien pueden usarse las conferencias de consenso, los jurados y paneles de ciudadanos, los grupos focales, las tiendas de ciencia, el mapeo deliberativo, las encuestas deliberativas, la membresía laica de órganos expertos y el diseño centrado en el usuario Innovación abierta. Y en cuanto a la dimensión de capacidad de respuesta, la constitución de grandes retos y programas temáticos de investigación, gestión de nichos, la regulación, las normas, el acceso abierto y otros mecanismos de transparencia [4].

Por tanto, se concibe que, la empresa al impulsar y consolidar las cinco áreas focales tendrá la capacidad para estudiar un problema de la RRI, con mayor nivel

de conciencia, profundidad y alcance (en comparación con los momentos anteriores del proceso TD-RRIE). Configurando así, la identidad TD, misma que será el punto de partida de un nuevo proceso TD-RRIE para estudiar nuevas problemáticas de la RRI.

#### **Compuerta 4**

Con el fin de asegurar la TD y la RRI, además de, evaluar y proporcionar retroalimentación sobre el trabajo TD, es necesario aplicar la lista de verificación para la TD que se muestra en la Tabla 4.

Finalmente, la TD requiere la creación de comunidades, que desde una perspectiva de RRI, es necesario definir qué tipo de conocimiento y habilidades pueden o deben tener estas comunidades. Es relevante precisar que, la institucionalización de principios comunes implica procesos cognitivos y normativos permanentes e interrelacionados para lograr los resultados esperados [6], y que la TD, se desarrolla en un entorno incierto y orientado al futuro, en el que los elementos de la responsabilidad están vinculados entre sí, lo que puede ocasionar tensiones, pero también compensaciones y sinergias intermedias [15].

## **DISCUSIÓN**

El considerar la RRI como parte del proceso TD, contribuirá a crear conciencia sobre las preocupaciones sociales y éticas no solo en las empresas, sino también de manera más general entre las partes interesadas involucradas en la investigación e innovación. Sin embargo, el alcanzar el nivel TD no es un camino fácil, ya que las principales barreras son: la falta de conciencia para definir el problema [2], la dificultad para abordar, y quizá imposible de dar solución a nivel proyecto, las cuestiones conceptuales fundamentales, tales como, la determinación de las necesidades sociales en un entorno transnacional y su inserción en la investigación e innovación. Además de, se considera un desafío que los participantes del proyecto logren percibir completamente los problemas éticos y sociales apremiantes [6], así como, capturar los diferentes marcos de referencia e integrar los diferentes conocimientos para contribuir con el cambio social [59].

Por otro lado, el debate que actualmente existe sobre la RRI, en cuanto a su conceptualización en términos de procesos y cuestiones sustantivas que debiera abarcar, podría representar un obstáculo, en tanto que, con base en la revisión de literatura, la

Tabla 4. Lista de verificación para la transdisciplina.

| Crterios   | Nivel transdisciplinario   |
|--|--|
| Socialmente relevante y orientado a la solución.             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aborda un desafío social.</li> <li>• Análisis continuo de objetivos y procesos, resolviendo múltiples desafíos simultáneamente.</li> </ul>  |
| Análisis centrado en la sostenibilidad y escaneo del futuro. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inclusión de procesos formales en el proceso de I+D.</li> <li>• Genera escenarios futuros.</li> <li>• Identifica y evaluar los riesgos y beneficios para la sostenibilidad.</li> <li>• Integra respuestas y evaluaciones de riesgo/beneficio en el desarrollo del proyecto.</li> </ul>  |
| Diverso y Deliberativo.                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Buscar aportes críticos continuos y retroalimentación de las partes interesadas.</li> <li>• Fomentar y recompensar el aprendizaje transformador.</li> <li>• Emplea un proceso de TD.</li> </ul>   |
| Reflexivo y receptivo.                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifica las limitaciones institucionales y contextuales.</li> <li>• Revisa analítica, periódica, estructurada y decididamente los valores, supuestos y opciones subyacentes.</li> <li>• Búsqueda de retroalimentación crítica de un amplio grupo de fuentes y actores.</li> </ul>  |
| Riguroso y robusto.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Investiga todos los aspectos del problema y las interconexiones entre estos.</li> <li>• Resultados confiables en condiciones del mundo real.</li> </ul>   |
| Creativo y elegante.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reformulación del problema en direcciones innovadoras, con nuevas ideas que se persiguen a través de métodos apropiados.</li> <li>• Asignación de recursos para lograr la máxima utilidad e impacto.</li> <li>• Atención a las condiciones previas, el proceso y los productos.</li> </ul>  |
| Honesto y responsable.                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifica incertidumbres y limitaciones relevantes para las partes interesadas.</li> <li>• Líneas de delegación y apropiación comunicadas abiertamente.</li> <li>• Cumplimiento documentado de los requisitos de gobernanza de más alto nivel, ética de investigación y códigos de conducta voluntarios.</li> <li>• Uso coherente de políticas de libre acceso a la información.</li> <li>• Preparación para aceptar la rendición de cuentas por los posibles impactos positivos y negativos.</li> </ul> |

Fuente: Adaptación de A rubric for assessing RRI [53].

mayoría de las investigaciones están enfocadas en analizar la RRI desde su concepto, barreras, impacto y desafíos que conlleva, dando pie a un debate continuo. Pese a, la propuesta de la RRI continua vigente y aplicable, por lo que el PTD-RRIE se suma a los esfuerzos para vincular a las empresas con todas las partes interesadas e implicadas en el bienestar social. Cabe hacer hincapié que aún son limitadas las investigaciones científicas que tienen esta misma intención. En su mayoría son estudios que exhiben la conveniencia de dejar el paradigma fundado en la industria por una enfocado en el conocimiento, en el que todos tenemos bastante por aportar. En este sentido, la TD puede ser una alternativa muy viable.

## CONCLUSIONES

El PTD-RRIE, aun cuando es una propuesta de integración teórica basada en la revisión de literatura de la WoS, pretende contribuir en la

configuración de una cultura en las empresas, que favorezca el diseño de soluciones para alcanzar el equilibrio entre el riesgo y la precaución, asegure la ventaja competitiva, asimismo, se aborden las inquietudes acerca de los objetivos e impactos de la innovación [15]. Cabe señalar que, el proceso implica el desarrollo, en su máximo nivel, de las competencias relevantes de RRI, en sus cuatro dimensiones [16], para que las empresas tengan la capacidad de orientar sus objetivos hacia la innovación eficiente y reducción de las ineficiencias en sus procesos empresariales.

Si bien, el concepto de RRI es conocido en el ámbito político, muchas empresas aún no han oído hablar de él y desconocen el discurso científico y de gobernanza que se ha desarrollado a su alrededor [60], o en el caso de las empresas que lo conocen, sienten que el discurso de RRI no siempre está lo suficientemente en sintonía con

éstas [61]. Indudablemente, la falta de programas y mecanismos de apoyo para garantizar que la investigación se analice desde diversas perspectivas, limita la participación de partes interesadas en el proceso, lo que es y podría seguir siendo una limitante para la RRI [2].

En última instancia, aun cuando existen limitantes para la TD y la RRI, resulta imperante diseñar y aplicar propuestas para motivar y evaluar la innovación responsable en las empresas, en las que se estudie con mayor profundidad el impacto que tiene la cultura, la ética y el contexto en el proceso, asimismo, enfatizar en la solidaridad y la conexión entre los humanos, los no humanos, el medio ambiente y la tecnología. De tal manera que, las innovaciones para sostener las economías, las ecologías, las comunidades y el bienestar deben buscar un mismo fin [11] y coexistir con vulnerabilidades mediante el reconocimiento de dependencias y límites [62].

Finalmente, la integración de la TD y la RRI es una propuesta que podría ayudar a eliminar la incertidumbre del futuro y las dinámicas sociales existentes, a través de la valoración de la conveniencia, aceptabilidad y sostenibilidad de los procesos y resultados de investigación e innovación; sin embargo, no debe entenderse como una solución a un problema sino como un proceso que promueve que todas las partes interesadas reflexionen sobre la investigación e innovación [6], [59]. Las aplicaciones exitosas de la RRI exigen congruencia entre los individuos, organizaciones e instituciones [63].

### AGRADECIMIENTOS

Agradecemos las facilidades otorgadas para la realización de este trabajo al Instituto Politécnico Nacional, a través de la Secretaría de Investigación y Posgrado, con el proyecto SIP: 20221424. A la Unidad Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas (UPIICSA). Al Sistema Nacional de Investigadores (SNI) del CONACYT. Asimismo, al Programa de Estímulo al Desempeño Docente (PEDD).

### REFERENCIAS

[1] W. Mauser *et al.*, “Transdisciplinary global change research: the co-creation of knowledge for sustainability,” *Current Opinion in Environmental*

*Sustainability*, vol. 5 no. 3, pp. 420-431, 2013, doi: 10.1016/j.cosust.2013.07.001.

- [2] European Commission, Directorate-General for Research and Innovation, *Options for strengthening responsible research and innovation: report of the Expert Group on the State of Art in Europe on Responsible Research and Innovation*, 1st ed. Luxemburg: Publication Office, 2013, pp. 4-59.
- [3] O. Žižlavský, “Past, Present and Future of the Innovation Process,” *International Journal of Engineering Business Management*, vol. 5, pp. 47, 2013, doi: 10.5772/56920.
- [4] J. Stilgoe, R. Owen, and P. Macnaghten, “Developing a framework for responsible innovation,” *Research Policy*, vol. 42, no. 3, pp. 1568-1580, 2013, doi: 10.1016/j.respol.2013.05.008.
- [5] C. Eesley and M.J. Lenox, “Firm responses to secondary stakeholder action,” *Strategic Management Journal*, vol. 27, no. 8, pp. 765-781, 2006, doi: 10.1002/smj.536.
- [6] B.C. Stahl *et al.*, “From Responsible Research and Innovation to responsibility by design,” *Journal of Responsible Innovation*, vol. 8, no. 2, pp. 175-198, 2021, doi: 10.1080/23299460.2021.1955613.
- [7] R. Follari, “Ética y educación en la contemporaneidad”, *Revista de Ciencias Sociales*. vol. 9, no. 1, pp. 9-18, 2003, doi: 10.31876/rcs.v9i1.25198.
- [8] E. Leff, *Saber ambiental: sustentabilidad, racionalidad, complejidad, poder*, 4th ed., D. F México, México: Siglo XXI editores, 2004.
- [9] E. Fisher and A. Rip, *Responsible Innovation: Multi-Level Dynamics and Soft Intervention Practices*, in *Responsible Innovation*, 1st. ed., London, UK: John Wiley & Sons, 2013, pp. 165-183.
- [10] R. Von Schomberg, “Towards Responsible Research and Innovation in the Information and Communication Technologies and Security Technologies Fields”, *Social Science Research Network*. [Online]. Available: <https://papers.ssrn.com/abstract=2436399> (access, Jun. 05, 2022).
- [11] K. Albertson *et al.*, “An RRI for the present moment: relational and “well-up” innovation,” *Journal of Responsible Innovation*, vol. 8, no. 2, pp. 292-299, 2021, doi: 10.1080/23299460.2021.1961066.

- [12] R. Torelli, "Sustainability, responsibility and ethics: different concepts for a single path," *Social Responsibility Journal*, vol. 17, no. 5, pp. 719-739, 2021, doi: 10.1108/SRJ-03-2020-0081.
- [13] A. Delgado and H. Åm, "Experiments in interdisciplinarity: Responsible research and innovation and the public good," *PLOS Biology*, vol. 16, no. 3, 2018, doi: 10.1371/journal.pbio.2003921, Art. no. 2003921.
- [14] B. Nicolascu, "La evolución transdisciplinaria del aprendizaje," *Trans-Pasando Fronteras*, vol. 4, pp. 39-50, 1999, doi: 10.18046/retf.i4.1779.
- [15] M. Sonck, L. Asveld, and P. Osseweijer, "Meta-Responsibility in Corporate Research and Innovation: A Bioeconomic Case Study," *Sustainability*, vol. 12, no. 1, pp. 38, 2020, doi: 10.3390/su12010038.
- [16] V.C. Tassone *et al.*, "(Re-)designing higher education curricula in times of systemic dysfunction: a responsible research and innovation perspective," *Higher Education*, vol. 76, no. 2, pp. 337-352, 2018, doi: 10.1007/s10734-017-0211-4.
- [17] S. Tobón, *Formación integral y competencias. Pensamiento complejo, currículo, didáctica y evaluación*, 4th ed. Bogotá, Colombia: ECOE, 2013.
- [18] C.L. Scott, *El futuro del aprendizaje 2 ¿qué tipo de aprendizaje se necesita en el siglo XXI?*, Investigación y prospectiva en educación, París, Francia: UNESCO, 2015. [En línea]. Disponible: [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000242996\\_spa](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000242996_spa)
- [19] V. Fiala, B. Freyer, M. Klimek, and A. Fahringer, "How do you teach transdisciplinary competences for food and farming systems research? Insights from the course System Analysis and Scenario Technique," *Open Agriculture*, vol. 3, no. 1, pp. 553-566, 2018, doi: 10.1515/opag-2018-0059.
- [20] D. Lang, A. Wiek, M. Bergmann, M. Stauffacher, P. Martens, P. Moll, M. Swilling, and C. Thomas, "Transdisciplinary research in sustainability science: Practice, principles, and challenges," *Sustainability Science*, vol. 7, pp. 25-43, 2012, doi: 10.1007/s11625-011-0149-x.
- [21] K. Wilber, *Breve historia de todas las cosas*, 1st ed. Barcelona, España: Editorial Kairós, 1996.
- [22] P. Checkland, "Soft systems methodology: a thirty year retrospective," *Systems Research and Behavioral Science*, vol. 17, no. 1, p. 11-58, 2000, doi: 10.1002/1099-1743.
- [23] R. Cooper, "Perspective: The Stage-Gates Idea-to-Launch Process' Update, What's New, and NexGen Systems," *The Journal of Product Innovation Management*, vol. 25, pp. 213-232, 2008, doi: 10.1111/j.1540-5885.2008.00296.x.
- [24] X. Bosch-Capblanch *et al.*, "Researching, co-creating and testing innovations in paper-based health information systems (PHISICC) to support health workers' decision-making: protocol of a multi-country, transdisciplinary, mixed-methods research programme in three sub-Saharan countries," *Health Res Policy Sys*, vol. 19, no. 1, pp. 112, 2021, doi: 10.1186/s12961-021-00768-0.
- [25] L. Bosman and S. Eom, "Using scaffold innovation-thinking frameworks to integrate food science and technology into the transdisciplinary engineering design classroom," *Int J Educ Technol High Educ*, vol. 16, no. 1, pp. 35, 2019, doi: 10.1186/s41239-019-0165-y.
- [26] Y. Cai, B. Ramis Ferrer, and J.L. Martinez Lastra, "Building University-Industry Co-Innovation Networks in Transnational Innovation Ecosystems: Towards a Transdisciplinary Approach of Integrating Social Sciences and Artificial Intelligence," *Sustainability*, vol. 11, no. 17, pp. 4633, 2019. doi: 10.3390/su11174633.
- [27] J. Froebrich *et al.*, "Transdisciplinary Innovation in Irrigated Smallholder Agriculture in Africa," *Irrigation and Drainage*, vol. 69, no. S1, pp. 6-22, 2020, doi: 10.1002/ird.2400.
- [28] C. Keskin and M.P. Mengüç, "On Occupant Behavior and Innovation Studies Towards High Performance Buildings: A Transdisciplinary Approach," *Sustainability*, vol. 10, no. 10, pp. 3567, 2018, doi: 10.3390/su10103567.
- [29] W. Liu, Y. Zhu, M. Liu, and Y. Li, "Exploring Maker Innovation: A Transdisciplinary Engineering Design Perspective," *Sustainability*, vol. 14, no. 1, pp. 295, 2022, doi: 10.3390/su14010295.
- [30] T. Mettler, P. Rohner, and R. Winter, "Transdisciplinary and Transformative

- Research at the Intersection between Management, Healthcare, and Innovation,” *GAIA - Ecological Perspectives for Science and Society*, vol. 23, no. 3, pp. 272-274, 2014, doi: 10.14512/gaia.23.3.14.
- [31] A. Baumber, G. Metternicht, P. Ampt, R. Cross, and E. Berry, “From Importing Innovations to Co-Producing Them: Transdisciplinary Approaches to the Development of Online Land Management Tools,” *TIM Review*, vol. 8, no. 8, pp. 16-26, 2018, doi: 10.22215/timreview/1175.
- [32] K. Dorst, “Mixing Practices to Create Transdisciplinary Innovation: A Design-Based Approach,” *TIM Review*, vol. 8, no. 8, pp. 60-65, 2018, doi: 10.22215/timreview/1179.
- [33] N. Gudowsky and W. Peissl, “Human centred science and technology-transdisciplinary foresight and co-creation as tools for active needs-based innovation governance,” *Eur J Futures Res*, vol. 4, no. 1, p. 8, 2016, doi: 10.1007/s40309-016-0090-4.
- [34] C.R. Horowitz *et al.*, “Accelerators: Sparking Innovation and Transdisciplinary Team Science in Disparities Research,” *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 14, no. 3, pp. 225, 2017, doi: 10.3390/ijerph14030225.
- [35] C. McGregor, “Using Constructive Research to Structure the Path to Transdisciplinary Innovation and Its Application for Precision Public Health with Big Data Analytics,” *TIM Review*, vol. 8, no. 8, pp. 7-15, 2018, doi: 10.22215/timreview/1174.
- [36] I.G. Pop, I.S. Fotea, and S.L. Fotea, “Innovation Networking, Knowledge Transdisciplinary Spaces,” *Studia Universitatis, Vasile Goldis, Arad - Economics Series*, vol. 28, no. 2, pp. 86-106, 2018, doi: 10.2478/sues-2018-0011.
- [37] M. Zafeirakopoulos and M. van der Bijl-Brouwer, “Exploring the Transdisciplinary Learning Experiences of Innovation Professionals,” *TIM Review*, vol. 8, no.8, pp. 50-59, 2018, doi: 10.22215/timreview/1178.
- [38] S.M. Czajkowski *et al.*, “Transdisciplinary translational behavioral (TDTB) research: opportunities, barriers, and innovations,” *Translational Behavioral Medicine*, vol. 6, no. 1, pp. 32-43, 2016, doi: 10.1007/s13142-015-0367-3.
- [39] M. van der Bijl-Brouwer, G. Kligyte, and T. Key, “A Co-evolutionary, Transdisciplinary Approach to Innovation in Complex Contexts: Improving University Well-Being, a Case Study,” *She Ji: The Journal of Design, Economics, and Innovation*, vol. 7, no. 4, pp. 565-588, 2021, doi: 10.1016/j.sheji.2021.10.004..
- [40] B. Callegari and O. Mikhailova, “RRI and Corporate Stakeholder Engagement: The Aquadvantage Salmon Case,” *Sustainability*, vol. 13, no. 4, pp. 1820, 2021, doi: 10.3390/su13041820.
- [41] C.S. Prasad, “Constructing Alternative Socio-technical Worlds: Re-imagining RRI through SRI in India,” *Science, Technology and Society*, vol. 25, no. 2, pp. 291-307, 2020, doi: 10.1177/0971721820903002.
- [42] J. Timmermans, E. Yaghmaei, B. C. Stahl, and A. Brem, “Research and innovation processes revisited - networked responsibility in industry,” *Sustainability Accounting, Management and Policy Journal*, vol. 8, no. 3, pp. 307-334, 2017, doi: 10.1108/SAMPJ-04-2015-0023.
- [43] C. Groves, “Review of RRI tools project, <http://www.rri-tools.eu>,” *Journal of Responsible Innovation*, vol. 4, no. 3, pp. 371-374, 2017, doi: 10.1080/23299460.2017.1359482.
- [44] R.D. Fitjar, P. Benneworth, and B.T. Asheim, “Towards regional responsible research and innovation? Integrating RRI and RIS3 in European innovation policy,” *Science and Public Policy*, vol. 46, no. 5, pp. 772-783, 2019, doi: 10.1093/scipol/scz029.
- [45] P. Lehoux, H.P. Silva, R.R. Oliveira, and L. Rivard, “The responsible innovation in health tool and the need to reconcile formative and summative ends in RRI tools for business,” *Journal of Responsible Innovation*, vol. 7, no. 3, pp. 646-671, 2020, doi: 10.1080/23299460.2020.1844974.
- [46] P. Pandey, “RRI’s Commitment to Care and Vulnerability of Agrarian Systems: The “Problem” of Rice Straw Burning in India,” *Science, Technology and Society*, vol. 25, no. 2, pp. 240-255, 2020, doi: 10.1177/0971721820902965.
- [47] UNESCO, *Educación para el Desarrollo Sostenible. Hoja de ruta*, 1st ed. París, Francia: UNESCO, 2020.

- [48] M. Jackson, "Más allá de las modas administrativas: el pensamiento sistémico para los administradores", *Innovar*, vol. 4, pp. 6-21, 1994.
- [49] J. Creswell, and J. Creswell, *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*, 5th ed. California, USA: SAGE Edge, 2018.
- [50] J. Jesson, L. Matheson, and F.M. Lacey, *Doing Your Literature Review: Traditional and Systematic Techniques*, 1st ed. London, UK: SAGE, 2011.
- [51] H. Snyder, "Literature review as a research methodology: An overview and guidelines," *Journal of Business Research*, vol. 104, pp. 333-339, 2019, doi: 10.1016/j.jbusres.2019.07.039.
- [52] A. Muhar, J. Visser, and J. van Breda, "Experiences from establishing structured inter- and transdisciplinary doctoral programs in sustainability: a comparison of two cases in South Africa and Austria," *Journal of Cleaner Production*, vol. 61, pp. 122-129, 2013, doi: 10.1016/j.jclepro.2013.07.031.
- [53] F. Wickson and A.L. Carew, "Quality criteria and indicators for responsible research and innovation: learning from transdisciplinarity," *Journal of Responsible Innovation*, vol. 1, no. 3, pp. 254-273, 2014, doi: 10.1080/23299460.2014.963004.
- [54] R. Gianni and P. Goujon, *What are the conditions for the ethical implementation of RRI?*, in *Responsible Governance and Second-Order Reflexivity*, 1st ed. London, UK: Routledge, 2019.
- [55] G. Salgado-Escobar and M. Aguilar-Fernández. "Hacia la transformación de los estudiantes: un proceso transdisciplinario para la educación superior", *RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, vol. 12, no. 23, pp. e284, 2021, doi: 10.23913/ride.v12i23.1057.
- [56] E. Lewin, *El efecto Checklist. Como una simple lista de comprobación elimina errores y salva vidas*, Barcelona, España: Antoni Bosch Editor, 2011.
- [57] A.M. Claus and B.S. Wiese, "Interdisziplinäre Kompetenzen: Modellentwicklung und diagnostische Zugänge," *Gr Interakt Org*, vol. 52, no. 2, pp. 279-288, 2021, doi: 10.1007/s11612-021-00578-6.
- [58] R. García, *Sistemas complejos*, 1st ed. Madrid, España: editorial Gedisa, 2006.
- [59] M. Polk, "Transdisciplinary co-production: Designing and testing a transdisciplinary research framework for societal problem solving," *Futures*, vol. 65, pp. 110-122, 2015, doi: 10.1016/j.futures.2014.11.001.
- [60] I. Van de Poel, L. Asveld, S. Flipse, P. Klaassen, V. Scholten, and E. Yaghmaei, "Company Strategies for Responsible Research and Innovation (RRI): A Conceptual Model," *Sustainability*, vol. 9, no. 11, pp. 18, 2017, doi: 10.3390/su9112045.
- [61] M. Dreyer, L. Chefneux, A. Goldberg, J. Von Heimburg, N. Patrignani, M. Schofield, and C. Shilling, "Responsible Innovation: A Complementary View from Industry with Proposals for Bridging Different Perspectives," *Sustainability*, vol. 9, no. 10, pp. 1719, 2017, doi: 10.3390/su9101719.
- [62] J. Tronto, "There is an alternative: homines curans and the limits of neoliberalism," *International Journal of Care and Caring*, vol. 1, no. 1, pp. 27-43, 2017, doi: 10.1332/239788217X14866281687583.
- [63] J. Kuzma and P. Roberts, "Cataloguing the barriers facing RRI in innovation pathways: a response to the dilemma of societal alignment," *Journal of Responsible Innovation*, vol. 5, no. 3, pp. 338-346, 2018, doi: 10.1080/23299460.2018.1511329.