

## MODELO DE INNOVACIÓN ABIERTA Y RESPONSABLE: UNA PROPUESTA DE ÉTICA APLICADA A LA TECNOLOGÍA

*OPEN AND RESPONSIBLE INNOVATION MODEL:  
A PROPOSAL OF APPLIED ETHICS TO TECHNOLOGY*

**ANTONIO LUIS TERRONES RODRÍGUEZ**

Doctorando en Filosofía  
Profesor de la Escuela de Filosofía  
Facultad Eclesiástica de Ciencias Filosófico Teológicas  
Pontificia Universidad Católica del Ecuador  
Quito/Ecuador  
antonioluis.terrones@gmail.com

Recibido: 05/11/2019  
Revisado: 30/03/2020  
Aceptado: 21/09/2020

*Resumen:* El propósito del presente trabajo consiste en poner en valor un modelo de innovación abierto y responsable para el desarrollo tecnológico. Este modelo permite poner en tela de juicio la cultura científica que entiende el proceso de generación de conocimiento en términos de monopolios y oligopolios, privilegiando en enfoque de arriba hacia abajo. Este enfoque presenta un déficit comunicativo entre los expertos tecnólogos y los demás grupos de interés y afectados por la tecnología. En ese sentido, es importante promover una investigación e innovación responsables, estableciendo de ese modo un hilo comunicativo entre lo deseable y lo aceptable. Además, las tecnologías despliegan su actividad en contextos morales y por lo tanto presentan una dimensión política y social que exige llevar a cabo una evaluación ética. Este artículo es el resultado de una investigación bibliográfica.

*Palabras clave:* Tecnología, investigación, innovación, evaluación, ética, responsabilidad.

*Abstract:* The purpose of this work is to value an open and responsible innovation model for technological development. This model allows to question the scientific culture that understands the process of knowledge generation in terms of monopolies and oligopolies, privileging a top-down approach. This approach presents a communication deficit between the technological experts and the other interest groups affected by the technology. In this sense, it is important to promote responsible research and innovation, thereby establishing a communication thread between what is desirable and what is acceptable. Furthermore, technologies display their activity in moral contexts and therefore present a political and

social dimension that requires an ethical evaluation to be carried out. This article is the result of a bibliographic research.

*Keywords:* Technology, research, innovation, evaluation, ethics, responsibility.

## INTRODUCCIÓN

El rápido avance de las tecnologías está comprometiendo muchos ámbitos de la vida de los seres humanos y la biosfera. Por ello, es fundamental someter los procesos de generación de conocimiento científico vinculado a la tecnología, a un profundo ejercicio reflexivo de carácter abierto y participativo. Las tecnologías se insertan en contextos sociales y políticos, teniendo sobre éstos un determinado impacto. En este sentido, es importante poner de relieve que el conocimiento que fundamenta y da forma a la tecnología, y también su despliegue, no es axiológicamente neutro, ya que tiene unas implicaciones morales para la vida de los humanos. Así pues para promover un ejercicio de responsabilidad en la investigación e innovación, así como en la evaluación de las tecnologías, urge la necesidad de un cambio cultural en el modelo que concibe y orienta el proceso de generación de conocimiento.

El modelo de innovación abierta y responsable (MIAR) representa ese terreno fértil desde el que impulsar un cambio cultural en la gestión del conocimiento. En este modelo reconoce el conocimiento como un recurso de interés público al que deben incorporarse diversas miradas para enriquecer su proceso de generación con criterios de innovación colaborativa. Por ello es importante poner en tela de juicio el carácter monopolístico y oligopolista del modelo de la triple hélice, donde el Estado, Mercado y Academia, tienen el poder y la exclusividad para generar conocimiento sin necesidad de incorporar las miradas de otras esferas que conforman nuestra compleja realidad. Por lo tanto, el propósito principal de este trabajo consiste en poner en tela de juicio los modelos que privilegian los enfoques de arriba hacia abajo, estableciendo obstáculos en la comunicación y la democratización del conocimiento científico.

Los desafíos de diversa índole que enfrenta la humanidad deben ser respondidos con conocimientos innovadores que tengan necesariamente en cuenta las voces que proceden de la comunidad y situar al medio ambiente como una de sus principales prioridades. El modelo de Investigación e Innovación Responsables (RRI por sus siglas en inglés Responsible Research and Innovation) pone en valor la participación de la comunidad en el ejercicio deliberativo del que surgen nuevos conocimientos y el reconocimiento del medio ambiente como una esfera ineludible a la hora de enriquecer los procesos. Comunidad y medio ambiente representan dos espacios esenciales que deben ser incorporados en el MIAR

mediante una superación de la triple hélice hacia la quintuple hélice: Estado, Mercado, Academia, Comunidad y Medio ambiente.

Sin un MIAR que incorpore a diversas esferas para generar conocimientos de carácter pragmático, sería muy difícil llevar a cabo un ejercicio de evaluación ética de la tecnológica en profundidad. Este ejercicio evaluativo permite ampliar la perspectiva de la que surgen los procesos de diseño, gestión y despliegue de las tecnologías. Una evaluación de este tipo introduce la anticipación, la reflexión, la inclusión y la sensibilidad, como aspectos éticos cruciales a tener en cuenta en la introducción de la tecnología en la vida de los seres humanos y la biosfera. Es necesario promover una concepción constructiva de la evaluación que se centre en un mayor análisis de las problemáticas sociales y en una búsqueda continua de respuestas que pueden darse en el desarrollo de la tecnología, frente a otros enfoques que ponen su interés en las consecuencias no beneficiosas para la sociedad. Esta concepción se fundamenta en una actitud de carácter constructivo y activo, donde es llevada a cabo una convergencia entre la ciencia, la tecnología y la sociedad, dando lugar a asunción de compromiso democrático.

Así pues, la responsabilidad a la hora de incorporar diversas miradas en los procesos de investigación, innovación y evaluación tecnológica, se convierte en premisa imprescindible para promover un marco de ética aplicada que asuma un compromiso democrático y pragmático del conocimiento científico en el campo de la tecnología.

## 1. UN MODELO DE INNOVACIÓN EN EL MARCO DE LA INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN RESPONSABLES

El proceso de innovación convencional, de carácter cerrado, se ha caracterizado durante un periodo de tiempo como el enfoque predominante en las empresas (Nedon, 2014, p. 7). Este modelo de innovación estrictamente cerrado y de triple hélice (Estado, mercado y academia) significó un aislamiento respecto a otros conocimientos que van siendo generados en otras esferas. El modelo de innovación de la triple hélice se encuentra fundamentado en el principio de exclusividad científica, orientado hacia una noción monopolista y oligopolista del conocimiento, contraria a las exigencias de un mundo sometido a la continua adaptación y el intercambio. Las posturas más habituales en el modelo de triple hélice giran en torno a una defensa romántica de la autonomía académica y la toma de distancia del mundo empresarial; la falta de valoración de la cooperación y el ejercicio transdisciplinar; la identificación de la ciencia aplicada como una amenaza para la ciencia básica; la falta de interés por los problemas sociales; y

una carente disposición dialógica de encuentro con otras esferas donde puede originarse el conocimiento y la innovación (Urra Canales, 2017, p. 184)

La globalización y el desarrollo de las tecnologías han favorecido el intercambio de conocimiento y la movilidad, creando de ese modo puentes de intercambio de ideas entre diferentes esferas del saber. Así pues, este escenario de movilidad y redes de conocimiento ha ofrecido un terreno fértil desde el que comenzar a imaginar un proceso de innovación abierto e interactivo que reconoce la necesidad de integrarse en el mundo con el conjunto de saberes bajo el compromiso de innovar con ideas cada vez más prometedoras (Chesbrough, 2003).

El modelo de innovación abierta y responsable (MIAR) está fundamentado en lo que se conoce como Investigación e Innovación Responsables (RRI por sus siglas en inglés *Responsible Research and Innovation*). René Von Schomberg ofrece la siguiente definición de este modelo de innovación:

Un proceso transparente e interactivo mediante el cual los actores sociales y los innovadores se hacen mutuamente sensibles entre sí en vista de la aceptabilidad (ética), la sostenibilidad y la conveniencia social del proceso de innovación y sus productos comercializables (con el fin de permitir una integración adecuada de los avances tecnológicos en nuestra sociedad) [...] La innovación responsable significa cuidar el futuro. A través de la administración colectiva de la ciencia y la innovación en el presente (2011, p. 41).

La incorporación de la deliberación se origina a partir de la preocupación social, el interés en la investigación y la innovación, y en las exigencias de responsabilidad. En ese sentido, la participación de los grupos de interés (*stakeholders*) en la actividad tecnológica se convierte en una exigencia de importante relevancia. A partir de esta consideración comienza a concebirse la tecnología como un sistema sociotécnico que se encuentra insertado en los contextos sociales. Un breve recordatorio de la teoría de los *stakeholders* puede contribuir considerablemente para observar la importancia de la participación de los grupos de interés de la actividad tecnológica, a través de una comparativa con el mundo empresarial.

En el ámbito empresarial y económico se ha avanzado mucho en la última década en torno a la cuestión de fundamentar una ética aplicada. Desde la Responsabilidad Social Corporativa (RSC) se ha entendido la necesidad de incorporar un diálogo amplio a este ámbito con el fin de esclarecer y delimitar la extensión de la responsabilidad en ese sector. En ese sentido, la teoría de los *stakeholders* propone una metodología de gestión en la empresa, entendiendo que desde ella es posible construir puentes de diálogo entre la ética empresarial y la realidad, pasando de ese modo de la teoría a la *praxis*. Para Elsa González Esteban existen tres razones de peso que nos pueden llevar a considerar la importancia de la teoría

de los *stakeholders* como un buen punto de partida desde el que cultivar una responsabilidad dialogada en el ámbito empresarial:

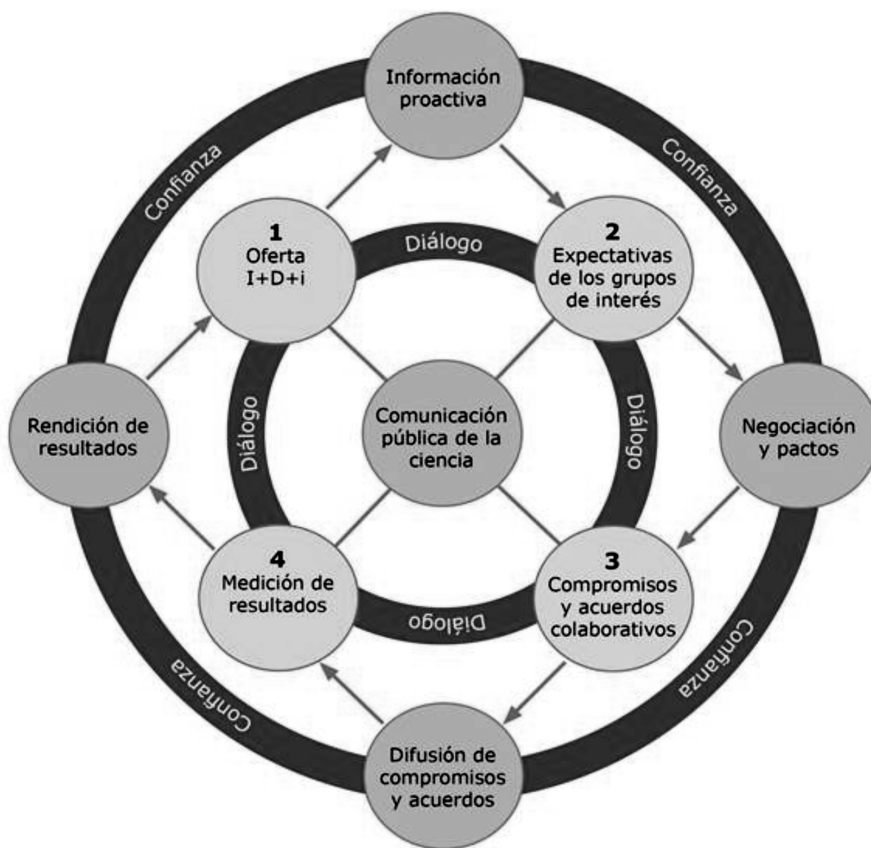
1. Esta teoría, en primer lugar, permite pensar un nuevo paradigma empresarial, donde existe una comprensión de la empresa plural. Por tanto, la empresa no es cosa de uno (accionista o propietario), ni exclusivamente de dos (propietarios y trabajadores), sino que la empresa debe ser entendida desde la pluralidad de «agentes» –los que afectan– que intervienen en ella y, por tanto lo hacen posible, así como desde todos aquellos «pacientes» –los que son afectados– por la organización empresarial.
2. En segundo lugar, la teoría nos permite además comprender que entre los distintos grupos de interés que configuran la empresa se establecen una serie de relaciones que pueden ser entendidas desde la perspectiva no sólo del contrato jurídico o del contrato social, sino del contrato moral. Es decir, entre estos grupos de interés que configuran la organización empresarial existen expectativas recíprocas de comportamiento, algunas de ellas con carácter legítimo que deberían ser satisfechas desde dentro del marco de las relaciones empresariales. Por tanto, nos muestra como no son sólo intereses económicos sino también de otro tipo.
3. En tercer lugar, y derivado del anterior, mediante la teoría de los *stakeholders* es fácil vislumbrar la existencia de una responsabilidad social, entendida en sentido ético, de la organización empresarial (2007, pp. 208-209).

La adaptabilidad práctica es necesaria en los procesos deliberativos, y la información y la participación deben ser establecidas de forma anticipada, con tiempo suficiente para que los testimonios de los afectados e interesados sean relevantes en el diseño de los productos. La RRI se sitúa dentro de dos dimensiones sumamente relevantes para el impacto del trabajo disciplinario, a saber, la social y ética. Este tipo de innovación es presentada como un cambio considerable en nuestra forma de concebir la generación de conocimiento. En primer lugar, es esencial comenzar a pensar sobre la necesidad de incorporar aspectos valorativos y consideraciones morales en la práctica tecnológica. En segundo lugar, implica también una actitud de apertura a la participación de los grupos de interés y a la transparencia de la información. El MIAR es presentado como una medida ética de responsabilidad en el ejercicio de un sector tan sumamente complejo como el de la tecnología y con un gran impacto en diversas esferas de la actualidad.

El impulso de la RRI se sostiene sobre una reflexión ética que ofrece un marco referencial sobre aspectos morales que se encuentran presentes en la actividad tecnológica. La RRI se sitúa en la senda dialéctica entre aquello que es aceptable y deseable en los procesos de investigación e innovación y en los resultados que

de ellos se derivan, en la implicación de los grupos afectados y su interacción. Es fundamental, para la gestión de la RRI, promover una ética aplicada que impulse una preocupación por el diálogo, garantizando la imparcialidad del juicio moral y un punto normativo de referencia para las voluntades, tanto individuales como colectivas (Fernández-Beltrán *et al.*, 2017, p. 1044).

Francisco Fernández-Beltrán *et al.* parten de ética dialógica y la teoría de los *stakeholders* para proponer un modelo de RRI que permita fortalecer la comunicación, ilustrado de la siguiente manera:



Fuente: Fernández-Beltrán *et al.*, 2017, p. 1053.

El MIAR sitúa la comunicación pública de la actividad científica y tecnológica como una tarea fundamental para alcanzar los objetivos de la RRI. De ese modo es posible promover un cultivo de la interacción continua entre los subsistemas

integrados en la quintuple hélice (Mercado, Estado, Comunidad, Universidad y Medio ambiente).

En este modelo la innovación social representa un fundamento esencial, ya que ofrece conocimientos enriquecedores que contribuyen en la búsqueda de respuestas a las demandas cívicas. En ese sentido, la Comisión Europea (CE) afirma que:

La innovación no es sólo un mecanismo económico o un proceso técnico. Es sobre todo un fenómeno social. A través de ella, los individuos y las sociedades expresan su creatividad, necesidades y deseos [...] La innovación puede y debe ofrecer una respuesta a los problemas cruciales de la actualidad. Esto hace posible una mejora en las condiciones de vida (los nuevos medios de diagnóstico y tratamiento de las enfermedades, la seguridad en el transporte, más fáciles de comunicación, un medio ambiente más limpio, etc.) (Comisión Europea, 1995, p. 11).

Esta visión de la innovación social introduce en el MIAR una nueva concepción de la innovación tradicional en la empresa y en la economía (Huizingh, 2010), y en lo que se refiere a sus procesos y productos, no se limita al emprendimiento social, sino que va más allá del mismo. No limita su actividad a la aplicación de la tecnología en los ámbitos de exclusión social y tampoco la simplifica reduciéndola a una simple metodología de participación y creatividad. Le confiere mucha importancia a la responsabilidad social, promueve la disolución de las fronteras entre el diálogo y la cooperación que subyacen en las relaciones entre los sectores público, privado y otras organizaciones sin fines de lucro, involucra a los afectados y beneficiarios, nutriéndose de ese modo de sus experiencias, se desarrolla bajo un enfoque integral y holista, incorporando diversas problemáticas de la complejidad social y medioambiental e influye en el fortalecimiento de las alianzas entre las esferas que se encuentran presentes en la quintuple hélice, que será abordada más adelante (Bureau of European Policy Advisers, 2011; Comisión Europea, 2010; Morales, 2008, 2009a, 2009b, 2012; Phills, Deiglmeier y Miller, 2008; Taylor, 1970).

En el modelo RRI existen una serie de dimensiones que pretenden fundamentar de manera responsable la práctica científica. Esas cuatro dimensiones que serán abordadas a continuación son: anticipación, reflexividad, inclusión y sensibilidad (Stilgoe, Owen y Macnaghten, 2013, pp. 1570-1573).

### *Anticipación*

La mejora de la anticipación de la gestión pública radica en una serie de fuentes bibliográficas (Wynne, 1992, 2002; Jasanoff, 2003; Henwood and Pidgeon, 2013) que presentan sus preocupaciones políticas y medioambientales desde una

crítica a los modelos de generación de conocimiento que privilegian los enfoques de arriba hacia abajo, monopolísticos y oligopolistas. A menudo, algunos proyectos tecnológicos tienen consecuencias imprevistas, y, en ese sentido, la anticipación ofrece una serie de alertas tempranas que permiten acceder a unos mejores conocimientos sobre los aspectos contingentes. Así pues, la anticipación contribuye al fortalecimiento de los mecanismos de innovación al contar con mayores conocimientos.

Algunos especialistas identifican una serie de técnicas de anticipación y discusión sobre posibles y deseables escenarios futuros: compromiso público creciente (Wilsdon y Willis, 2004), evaluación tecnológica constructiva (Rip, Misa y Schot, 1995), y evaluación tecnológica en tiempo real (Barben, Fisher, Selin y Guston, 2008; Karinen y Guston, 2010).

### *Reflexividad*

La reflexividad es un aspecto fundamental de todo ejercicio de responsabilidad en sentido amplio, y también una condición contemporánea de la actividad científica (Beck, 1992; Lynch, 2000). El poder de la tecnología que señalaba con tanto empeño Hans Jonas (1995), exige ejercicio de reflexividad para la valoración de los impactos y la generación de nuevos conocimientos. Debido a esta dimensión de poder, la reflexividad debe asumir una responsabilidad de dimensión pública (Wynne, 2011) que implica la participación de los grupos de interés en la deliberación dedicada a los estándares y códigos de conducta. Además contribuyen poniendo de relieve aquellas posturas axiológicamente neutras que en ocasiones son sugeridas en la actividad científica y que representan un obstáculo para la innovación.

### *Inclusión*

El cambio cultural en el ámbito de la RRI destaca la riqueza que posee la incorporación de actores que habitualmente no participan en la gestión científica y en la innovación, como una propuesta de búsqueda de legitimidad (Irwin, 2006; Comisión Europea, 2007; Hajer, 2009). La inclusión de aquellos actores que se encuentran afectados surge de la puesta en valor de la deliberación como una herramienta que contribuye en el enriquecimiento de las cuestiones relacionadas con la ciencia y la innovación. La creación de espacios de deliberación para asuntos científicos es una cuestión fundamental que debe estar presente en todas las agencias gubernamentales de los distintos niveles de la toma de decisiones (Chilvers, 2010). Existen diversos espacios para deliberación científica:



laboratorios abiertos, foros, asociaciones de las partes interesadas, congresos, seminarios, encuestas, etc.

### *Sensibilidad*

Las tres dimensiones mencionadas anteriormente pueden ser sometidas a un ejercicio valorativo. La RRI debe reunir las capacidades para poder cambiar de forma o dirección en función de las exigencias contextuales, entre las que se encuentran las necesidades de los grupos de interés, los valores públicos y las circunstancias cambiantes. En ese sentido, los sistemas de innovación deben mostrar sensibilidad frente a estas exigencias. Esa sensibilidad permitirá ajustar los cursos de acción y corregir el tono allí donde sea necesario (Collingridge, 1980). La capacidad de reacción y respuesta es necesaria para cultivar esta exigida responsabilidad.

## 2. LA QUÍNTUPLE HÉLICE Y LA RESPONSABILIDAD TECNOLÓGICA

En el contexto de lo que se viene trabajando en el MIAR, la quíntuple hélice es presentada como una novedad en lo que respecta a la incorporación de criterios de responsabilidad con una dimensión planetaria, pues surge a partir de una serie de fundamentos que permiten ir configurando la generación de conocimiento. Es útil en la orientación de los diagnósticos y los planes de acción de forma responsable. Además, el trabajo participativo de la comunidad promueve la aportación de diversas perspectivas que proceden de esferas diferenciadas y a la vez permite poner atención a nuevos factores y variables que normalmente no serían tomados en cuenta desde posicionamientos monopolísticos u oligopolistas, más propios del modelo de la triple hélice. Este modelo es planteado desde un encuentro de perspectivas multidimensionales.

El modelo de la quíntuple hélice recoge el espíritu de responsabilidad impulsado desde la cuádruple hélice. Esta responsabilidad surge como una respuesta ante la concepción epistemológica que observa la tecnología desde la óptica de la neutralidad axiológica, y que predominó hasta la década de los noventa. El despliegue de las tecnologías no es ajeno a las controversias y problemáticas morales, pues posee un ineludible carácter sociotécnico. La tecnología presenta tres dimensiones de la responsabilidad según Grunwald (2014, p. 23):

- Dimensión sociopolítica: el efecto se encuentra orientado a la sociedad y su es carácter sociopolítico.

- Dimensión moral: el marco normativo que juzga las acciones tecnológicas está formado por criterios y códigos morales.
- Dimensión epistémica: la calidad de los conocimientos disponibles para la evaluación es su principal interés.

Parecen muy interesantes las dimensiones del concepto de responsabilidad que plantea Grunwald, aunque esta visión debe ser enriquecida y complementada con un espíritu de preocupación más amplio, de carácter planetario, que encuentra su origen en la contribución jonasiana acerca del problema ecológico. Los problemas medioambientales que enfrenta la humanidad en la actualidad, y que según informa el Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) empeorarán considerablemente en las próximas décadas si no se toman medidas, pues plantean la necesidad de asumir un compromiso con la biosfera.

La responsabilidad que fundamenta el MIAR incluye una dimensión ecológica que reconoce las implicaciones de las acciones tecnológicas con la biosfera y sitúa al medio ambiente como uno de sus principales intereses en la quíntuple hélice. Algunos pensadores como Elias G. Carayannis y David F. J. Campbell (2012; 2014) han hecho bastante hincapié en este factor medioambiental que se encuentra presente en el modelo para la orientación de toda actividad tecnológica. En definitiva, los modelos de generación de conocimiento deben asumir un compromiso con el medio ambiente y las exigencias que impone el tiempo actual (Stern, 2009), por ello, el modelo de generación de conocimiento que fundamenta la propuesta de una tecnología responsable, es el de la quíntuple hélice.

El modelo de la cuádruple surge como una necesidad frente a las limitaciones democráticas de la triple hélice (Huizingh, 2010), no obstante, la quíntuple hélice incorpora una visión aún más amplia e integral. La quíntuple hélice favorece la contextualización de la cuádruple hélice mediante una perspectiva que reconoce, no solo la necesidad de comprometerse con las necesidades políticas de la comunidad, sino también con la sostenibilidad medioambiental. En ese sentido, la CE publicó en 2009 un documento bajo el título *The World in 2025: Rising Asia and Socio-ecological Transition. The World in 2025*, donde alertaba de una transición socio-ecológica como uno de los retos más importantes de desarrollo para el futuro.

El aumento de los niveles de contaminación ha provocado un calentamiento global que representa serios problemas ecológicos que debe despertar una profunda preocupación. Esa situación impone una nueva responsabilidad con dimensiones de carácter planetario, donde la humanidad en su conjunto juega un papel fundamental en la prevención de nuevos conflictos políticos, sociales y medioambientales. El desafío ecológico puede ser abordado a partir de un desarrollo sostenible impulsado desde el ámbito “glocal”, es decir, local y global.

Este desafío debe ser percibido como una oportunidad desde la que formular un MIAR con la biosfera. Elias G Carayannis y David Campbell ponen de relieve la importancia que tiene la utilización activa del conocimiento humano como la clave del éxito para la innovación (2010, p. 42). Además, junto a Thorsten D. Barth señalan lo siguiente:

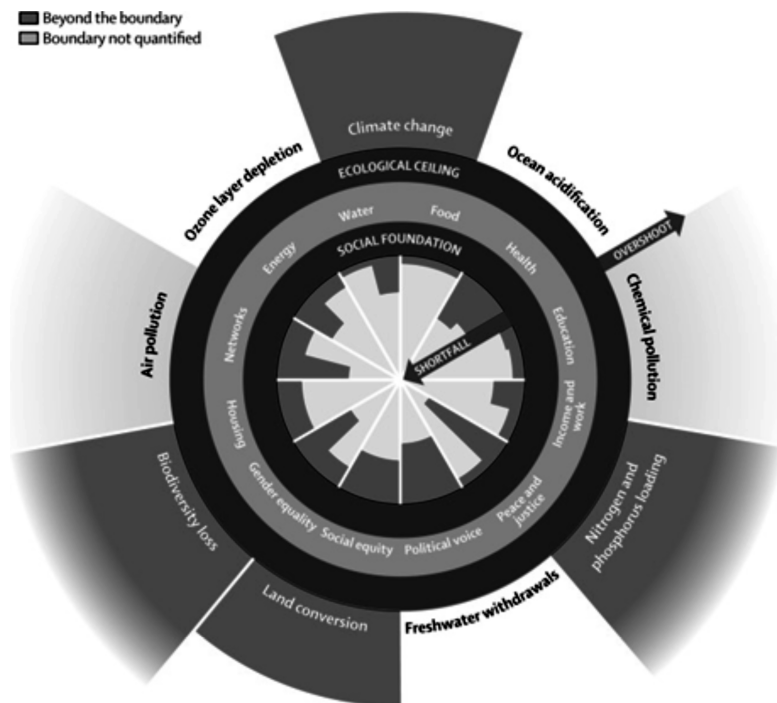
El modelo de quintuple hélice es un modelo de innovación que puede hacer frente a los retos actuales del calentamiento global a través de la aplicación de conocimiento saber-hacer que se centra en el intercambio social y en la transferencia de conocimiento dentro de los subsistemas de un Estado específico o Estado-Nación. El modelo de innovación de la quintuple no es línea, y por ello combina el conocimiento, el saber hacer y el medio ambiente-sistema natural como un único marco interdisciplinario y transdisciplinario que proporciona un modelo con el que paso a paso se comprende la gestión de la calidad basada en el desarrollo efectivo para la recuperación del equilibrio con la naturaleza, y poder permitir para las generaciones futuras una vida de diversidad y pluralidad en la tierra (2012, p. 2).

El modelo de quintuple hélice que sirve como un escenario teórico fértil desde el que plantear la incorporación de criterios de responsabilidad en el contexto del MIAR para el desarrollo tecnológico, puede ilustrarse de la siguiente manera:



Como se observa en la ilustración, la quintuple hélice del MIAR contribuye añadiendo una nueva dimensión al modelo de innovación anterior de la cuádruple hélice, el medio ambiente. La cuádruple hélice trataba de dar respuesta a las limitaciones de la triple hélice, mediante la comunidad como una cuarta hélice desde la que recoger los testimonios de la sociedad civil y fortalecer los medios de comunicación asociados a las industrias creativas, la cultura, los valores y los estilos de

vida. A partir de esa nueva dimensión, la quintuple hélice encuentra la necesidad de incorporar una nueva hélice mediante las exigencias ecológicas que imponen los límites planetarios, ilustrados a continuación:



Fuente: Raworth, 2017: 49.

La quintuple hélice del MITIAR recoge el espíritu de la cuádruple, pero lo contextualiza frente a los desafíos medioambientales del presente y del futuro, dotando a la responsabilidad de una dimensión planetaria y más integral. Carayannis, Barth y Campbell señalan lo siguiente sobre el modelo de la quintuple hélice a modo de resumen:

Se trata de un modelo teórico y práctico para el intercambio del recurso del conocimiento, basado en cinco subsistemas sociales con “capital” a su disposición, con el fin de generar y promover un desarrollo sostenible de la sociedad. En este modelo de acumulación de la quintuple hélice, el recurso del conocimiento se mueve a través de una circulación de subsistema-subsistema. Esta circulación del conocimiento desde el subsistema al subsistema, implica que el conocimiento tiene cualidades de entrada y de salida para los subsistemas dentro de un Estado (Estado-Nación) y también entre los Estados. Si una entrada de conocimiento es aportada desde uno de los cinco subsistemas, a continuación, una creación de conocimiento se lleva a cabo.

Esta creación de conocimiento se alinea con un intercambio básico de conocimiento y produce nuevas invenciones como conocimiento de salida (2012, p. 6).

Este modelo de innovación representa un espacio desde el que plantear el cultivo de responsabilidad en el desarrollo tecnológico, ya que asume las exigencias de este tiempo. Entre esas exigencias se encuentra la necesidad de fortalecer los mecanismos deliberativos a partir de un mayor reconocimiento del valor de la sociedad civil como un recurso válido para contribuir desde un mayor conocimiento de la realidad con un carácter más aproximado que el proporcionado por otras esferas. Además, incorpora un compromiso con el medio ambiente como una oportunidad, o en términos de Tomas Hellstöm, como un “nicho ecológico de innovación” (2007, p. 158) para la generación de conocimientos innovadores que aporten mejores modos de vida.

### 3. EVALUACIÓN TECNOLÓGICA Y MODELO DE INNOVACIÓN ABIERTA Y RESPONSABLE

Los rápidos avances en el mundo de la tecnología han destacado la necesidad de tener en cuenta los riesgos, las oportunidades y los efectos secundarios que conllevan determinados proyectos. La pertinencia del MIAR surge ante la existencia de problemáticas que tienen una dimensión moral y que por lo tanto representan un desafío ético. Este modelo es una respuesta sistemática ante los desafíos que presenta la evaluación tecnológica. Los nuevos progresos tecnológicos demandan nuevos enfoques cada vez más innovadores que tengan en cuenta una diversidad de perspectivas y las circunstancias concretas de los contextos donde se originan. El MIAR entiende que el desarrollo de nuevas ideas responsables es presentado como una condición de posibilidad para el futuro de la tecnología. Se caracteriza por la búsqueda de un equilibrio entre el rendimiento que se persigue en las investigaciones de los laboratorios y el impacto que dichas investigaciones tienen posteriormente. Su lógica de funcionamiento es un continuo ejercicio de reflexión→evaluación.

Este modelo también se caracteriza por la introducción de la alerta temprana como condición esencial, lo que Armin Grunwald (2014, p. 16) denomina “compromiso temprano”. Esta alerta es sinónimo de un compromiso anticipado y prudente en el despliegue histórico frente a los impactos futuribles. Es algo similar a lo que Jonas mencionaba cuando abordaba el tema de la heurística del temor de la siguiente manera: “resulta, pues, necesario elaborar una ciencia de la predicción hipotética, una «futurolología comparada»” (1995, p. 64). Ejemplos como la investigación que se refleja en el texto *The Malicious Use of Artificial*

*Intelligence: Forecasting, Prevention, and Mitigation* son una clara muestra de la necesidad de llevar a cabo reflexiones que planteen escenarios futuros y previsibles. Es importante mencionar que, dadas las características del MIAR, cada vez son más los planteamientos en torno a esta nueva dinámica de investigación y generación de conocimiento. Un claro ejemplo es *Open AI*, una compañía de investigación sin fines de lucro que tiene como finalidad la promoción y el desarrollo de la inteligencia artificial (IA) beneficiosa para la humanidad, que gradualmente va incorporando más mecanismos de transparencia y participación.

El interés por la evaluación tecnológica, llamada en el ámbito anglosajón como *Technology Assessment* (TA), surgió en la década de los sesenta como fundamento para el asesoramiento político y la búsqueda de fortalecimiento de la legitimidad de las decisiones políticas (Bimber, 1996). En 1972 se firmó la “Ley de Evaluación de la Tecnología” en el Congreso de EE.UU., donde la Oficina de Evaluación de Tecnologías (en inglés *Office of Technology Assessment*) se encargó de asesorar a los congresistas acerca de los posibles efectos que podrían derivarse a partir de la adopción de decisiones políticas destinadas al desarrollo o a la introducción de nuevas tecnologías (Muñoz-Alonso López, 1997, p. 16). Los efectos secundarios que estaban presentando algunos proyectos tecnológicos sirvieron como motivación para promover la evaluación tecnológica. Algunas catástrofes como la explosión del trasbordador *Challenger*, el accidente nuclear de *Chernobyl*, el de *Three Miles Island*, etc., plantearon la necesidad de evaluar cuidadosamente los impactos de la tecnología. Según Grunwald las motivaciones que han detonado la evaluación tecnológica son las siguientes (2014, p.19):

- Las preocupaciones de una tecnocracia emergente.
- Las experiencias tecnológicas en conflictos y el déficit de legitimidad.
- Configuración de la tecnología en el marco de unos los valores sociales.
- Temas de innovación.
- Cambios en la comunicación social sobre las nuevas y emergentes tecnologías.

Además, en la senda de la importancia que el MIAR concede a la comunidad, Gemma Muñoz-Alonso López (1997) señala dos tipos de concepciones diferenciadas de evaluación tecnológica:

- Una concepción reactiva surgida en la década de los 70 que forma parte de la tradición americana. Identifica y valora los efectos sociales no deseados de la tecnología, y defiende la disponibilidad de información suficiente de los agentes involucrados en la toma de decisiones . Esta concepción derivó en una visión estrictamente economicista, pues fundamentaba sus análisis en la relación riesgo-coste-beneficio, pasando de ese modo de

una evaluación de los impactos de la tecnología a una evaluación de los riesgos. Posteriormente, y tras el dictamen de numerosos científicos y políticos, se puso de relieve que este modelo de evaluación no conseguía influir en la opinión pública ni tampoco en las actitudes de la sociedad en lo referente a la aceptación y valoración de determinadas tecnologías.

- La concepción constructiva propone que la evaluación tecnológica priorice un mayor análisis de las problemáticas sociales y una búsqueda continua de respuestas que pueden darse en el desarrollo de la tecnología, frente al anterior enfoque que pone su interés en las consecuencias no beneficiosas para la sociedad. Esta concepción se fundamenta en una actitud de carácter constructivo y activo, donde es llevada a cabo una convergencia entre la ciencia, la tecnología y la sociedad, dando lugar a asunción de compromiso democrático.

La evaluación tecnológica ha experimentado una transformación tras el aumento de la complejidad de los productos tecnológicos. El MIAR promueve el diálogo de forma inclusiva, conectando de ese modo la tecnología con los valores y las creencias. En ese sentido revitaliza el papel de una política participativa y pone en valor a la comunidad por medio de la acción cívica. Esta evaluación de la tecnología es entendida en la actualidad como:

[...]un conjunto de métodos que analizan los diferentes y diversos impactos o efectos derivados de la aplicación de tecnologías, estudiando los efectos de posibles tecnologías alternativas e identificados los grupos sociales que puedan verse afectados. Su objetivo último estriba en tratar de reducir o anular los efectos negativos de algunas tecnologías imperantes, optimizando sus efectos positivos y contribuyendo así a su aceptación por la sociedad (Muñoz-Alonso López, 1997, p. 16).

En el carácter constructivo de la tecnología en el contexto del MIAR es importante destacar la importancia de la evaluación como una de las principales premisas en el cultivo de la responsabilidad. El profesor Audley Genus (2006) del Kingston Business School centra sus reflexiones en la concepción de la evaluación tecnológica constructiva (CTA, siglas en inglés de *constructiv technology assessment*). Genus observa el proceso evaluativo desde una perspectiva democrática, reflexiva y discursiva, donde la participación de los grupos de interés y afectados significa una premisa ineludible para facilitar un aprendizaje social sobre la tecnología y sus impactos. . La importancia de la participación reside en la necesidad de recoger testimonios y enfoques reflexivos que procedan de diferentes ámbitos para alimentar una mirada con mayor amplitud. La reflexividad es un aspecto esencial para destacar el carácter político que se encuentra implícito en toda actividad científica (Genus, 2006, p. 14).

En la estela de la evaluación tecnológica constructiva, la filósofa de la ciencia y la tecnología Arie Rip (2001a, 2001b) señala las cuatro características principales:

- A. La integración de la anticipación de los futuros efectos de la tecnología en la promoción e introducción de la tecnología, es decir, que los actores involucrados participen activamente en las actividades de diseño y desarrollo.
- B. La inclusión de más actores sociales y aspectos tecnológicos durante el desarrollo e introducción de la tecnología, con el objetivo de valorar la calidad en los entorno sociales.
- C. La modulación y adaptación deben ser permanentes, contribuyendo al aprendizaje todos los actores sobre posibles vínculos entre las opciones de diseño, las demandas y preferencias de los usuarios previstos. Este aprendizaje debe incluir aspectos propios de la articulación política y social en la dimensión de la aceptabilidad de la tecnología en el desarrollo y su vinculación con los valores culturales más amplios de la sociedad.
- D. Los agentes deben reflexionar sobre los procesos de co-evolución de la tecnología y la sociedad, y también sobre la tecnología y sus impactos.

Por otro lado, Genus pone el acento sobre la reflexividad como una dimensión fundamental de la evaluación tecnológica constructiva, pues tiene implicaciones tanto para la teoría como para la práctica. Además, la importancia de esta concepción evaluativa recae sobre su dimensión democrática, al trasladar la reflexividad sobre la tecnología al ámbito social, ampliando su ejercicio más allá de los laboratorios y de la visión de los expertos. La idea subyacente aquí se encuentra vinculada con el carácter político implícito en la tecnología. Frente a la simple aceptación y minimización de los conflictos derivados del desarrollo tecnológico, Genus propone más mecanismos democráticos para el diseño y despliegue, reflexividad y deliberación cívica (2006, p. 15). En ese sentido, la tecnología representaría una poderosa herramienta desde la que contribuir en el cultivo de habilidades cívicas y fortalecer la democracia.

Finalmente, la evaluación tecnológica se encuentra motivada por una exigencia ética denominada evaluación ética de la tecnología (eTA, siglas en inglés de *ethical technology assessment*). Este tipo de evaluación tiene como tarea principal la identificación de posibles problemas éticos asociados a las nuevas tecnologías. Elin Palm T. y Sven Ove Hansson han elaborado un listado de control que permite un enriquecimiento del sistema de alerta temprana para poner de relieve el valor de una evaluación anticipada fundamentada en aspectos éticos cruciales (2006, pp. 551-555):

1. Difusión y uso de la información.



2. Control, influencia y poder.
3. Impacto en los patrones de contacto social.
4. Privacidad.
5. Sostenibilidad.
6. Reproducción humana.
7. Género, minorías y justicia.
8. Relaciones internacionales.
9. Impacto en los valores humanos.

## 5. CONCLUSIÓN

A lo largo de este trabajo se han venido mostrando una serie de fundamentos que harían posible un cambio cultural en la manera de concebir los procesos de generación de conocimiento. Para enfrentar los desafíos que depara el presente y el futuro es necesario plantear un modelo de innovación caracterizado por la apertura a la pluralidad de perspectivas que pueden configurar el conocimiento. Tomando distancia de aquellas posiciones monopolísticas y oligopolistas en el terreno epistemológico que dificultan una investigación e innovación responsables. En este sentido, es fundamental caminar hacia modelo más amplios y reconocedores de la pluralidad de enfoques que configuran la realidad.

Han sido varias las propuestas que han servido para sostener la propuesta de un modelo de innovación abierta y responsable: el modelo de la quintuple hélice, una investigación e innovación responsables y una evaluación ética de las tecnologías. No obstante, es importante mostrar una disposición continua y responsable para seguir enriqueciendo los procesos de generación científica en el terreno de la tecnología desde actitud de escucha atenta y continuada de aquellas voces que pueden enriquecer la búsqueda de soluciones a las problemáticas que enfrentan las sociedades actuales.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBEN, Daniel, FISHER, Erik, SELIN, Cynthia y GUSTON, David, "Anticipatory governance of nanotechnology: foresight, engagement, and integration". En HACKETT, Edward J., AMSTERDAMSKA, Olga, LYNCH, Michael E., WAJCMAN, Judy, BIJKER, Wiebe E. (Eds.), *The Handbook of Science and Technology Studies*. Cambridge: MIT Press, 2008, 979-1000.
- BECK, Ulrich, *The Risk Society. Towards a New Modernity*. London: Sage, 1992.

- BIMBER, Bruce A., *The politics of expertise in congress: The rise and fall of the office of technology assessment*. Albany: State University of New York Press, 1996.
- BUREAU OF EUROPEAN POLICY ADVISERS, *Empowering people, driving change... Social Innovation in the European Union*. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones de la Unión Europea, 2011.
- CARAYANNIS, Elias G., BARTH, Thorsten D. y CAMPBELL, David F. J. «Dimensions of Environmentally Sustainable Innovation: the Structure of Eco-Innovation Concepts». *Journal of Innovation and Entrepreneurship*. [en línea], 2012. <Disponible en: <https://innovation-entrepreneurship.springeropen.com/articles/10.1186/2192-5372-1-2>>. [Consultado: 5 nov. 2019].
- , «Developed democracies versus emerging autocracies: arts, democracy, and innovation in Quadruple Helix innovation systems». *Journal of Innovation and Entrepreneurship*. [en línea], 2014. <<https://innovation-entrepreneurship.springeropen.com/articles/10.1186/s13731-014-0012-2>>. [Consultado: 5 nov. 2019].
- CHESBROUGH, Henry, *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*. Harvard: Harvard Business School Press, 2003.
- CHILVERS, Jason, *Sustainable Participation? Mapping Out and Reflecting on the Field of Public Dialogue in Science and Technology*. Harwell: Sciencewise-ERC, 2010.
- COLLINGRIDGE, David, *The Social Control of Technology*. Milton Keynes, UK: Open University Press, 1980.
- COMISIÓN EUROPEA, *Green paper on innovation*. [en línea]. 1995. [http://europa.eu/documents/comm/green\\_papers/pdf/com95\\_688\\_en.pdf](http://europa.eu/documents/comm/green_papers/pdf/com95_688_en.pdf). [Consultado: 26 mar. 2020].
- , *Taking European Knowledge Seriously. Report of the Expert Group on Science and Governance to the Science, Economy and Society Directorate*. [en línea]. 2007. <[https://ec.europa.eu/research/sciencesociety/document\\_library/pdf\\_06/european-knowledge-society\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/research/sciencesociety/document_library/pdf_06/european-knowledge-society_en.pdf)>. [Consultado: 5 nov. 2019].
- , *The World in 2025: Rising Asia and Socio-ecological Transition. The World in 2025*. [en línea]. 2009. <[https://ec.europa.eu/research/social-sciences/pdf/policy\\_reviews/the-world-in-2025-report\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/research/social-sciences/pdf/policy_reviews/the-world-in-2025-report_en.pdf)>. [Consultado: 5 nov. 2019].
- , *EUROPA 2020 Una Estrategia para un crecimiento inteligente, sostenible e integrador*. [en línea]. 2010. <[https://www.aragon.es/estaticos/GobiernoAragon/Departamentos/PresidenciaJusticia/Areas/PJ\\_04\\_Informacion\\_de\\_la%20Union\\_europea/01\\_Europe\\_Direct\\_Aragon/Publicaciones\\_20de%20la%20Uni%C3%B3n%20Europea/Europa%202020%20%20la%20estrategia%20europea%20de%20crecimientoA.pdf](https://www.aragon.es/estaticos/GobiernoAragon/Departamentos/PresidenciaJusticia/Areas/PJ_04_Informacion_de_la%20Union_europea/01_Europe_Direct_Aragon/Publicaciones_20de%20la%20Uni%C3%B3n%20Europea/Europa%202020%20%20la%20estrategia%20europea%20de%20crecimientoA.pdf)>. [Consultado: 5 nov. 2019].
- FERNÁNDEZ-BELTRÁN, Francisco, GARCÍA MARZÁ, Domingo, SANAHUJA, Rosana, MARTÍNEZ, Andrés y BARBERÁ FORCADELL, Susana, «La gestión de la comunicación para el impulso de la Investigación e Innovación Responsables: propuesta de protocolo desde la ética dialógica». *Revista Latina de Comunicación Social*. [en línea]. 72, 2017, 1040-1062. <<http://www.revistalatinacs.org/072paper/1207/57es.html>>. [Consultado: 5 nov. 2019].
- GENUS, Audley, «Rethinking constructive technology assessment as democratic, reflective, discourse». *Technological Forecasting & Social Change*, 73, 2006, 13-26.

- GONZÁLEZ ESTEBAN, Elsa. “La teoría de los stakeholders. Un puente para el desarrollo práctico de la ética empresarial y de la responsabilidad social corporativa”. *Veritas*, 17 (2), 2007, 205-224.
- GRUNWALD, Armin. “Technology Assessment for Responsible Innovation”. En VAN DEN VON, Jeroen, DOORN, Neelke, SWIERSTRA, Tsjalling, KOOPS, Bert-Jaap y ROMIJN, Henry, (Eds.), *Responsible Innovation 1: Innovate Solutions for Global Issues* (15-31). New York: Springer, 2014, 15-31.
- HAJER, Maarten. *Authoritative Governance: Policy Making in the Age of Mediatization*. Oxford: Oxford University Press, 2009.
- HELLSTÖM, T., “Dimensions of Environmentally Sustainable Innovation: the Structure of Eco-Innovation Concepts”. *Sustainable Development*, 15, 2007, 148-159.
- HENWOOD, Karen y PIDGEON, Nick, *What is the Relationship between Identity and Technological, Economic, Demographic, Environmental and Political Change Viewed through a Risk Lens?* London: Government Office for Science, 2013. <<https://www.gov.uk/government/publications/identity-and-risk>>. [Consultado: 5 nov. 2019].
- HUIZINGH, Ekkehard, “Open innovation: state of the art and future perspectives”. *Technovation*, 31, 2010, 2-9.
- IRWIN, Alan, “The politics of talk: coming to terms with the ‘new’ scientific governance”. *Social Studies of Science*, 36, 2006, 299-330.
- JASANOFF, Sheila, “Technologies of humility: citizen participation in governing science”. *Minerva*, 41, 2003, 223-244.
- JONAS, Hans, *El principio de responsabilidad. Ensayo de una ética para la civilización tecnológica*. Barcelona: Herder, 1995.
- KARINEN, Risto y GUSTON, David, “Toward anticipatory governance: the experience with nanotechnology. Governing future technologies”. *Sociology of the Sciences Year book*, 27, 2010, 217-232.
- LYNCH, Michael, “Against reflexivity as an academic virtue and source of privileged knowledge”. *Theory, Culture & Society*, 17, 2000, 26-54.
- MORALES GUTIÉRREZ, Alfonso C., “Innovación social: un proceso emergente en las dinámicas de desarrollo”. *Revista de Fomento Social*, 63, 2008, 411-444.
- , “Innovación social: un ámbito de interés para los servicios sociales”. *Zerbitzuan: Revista de servicios sociales*, 45, 2009a, 151-175.
- , “Innovación ‘abierta’ en el tercer sector: el modelo organizativo 2.0”. *Revista Española del Tercer Sector*, 13, 2009b, 17-37.
- MUÑOZ-ALONSO LÓPEZ, Gemma, “La evaluación de tecnologías (ET): origen y desarrollo”. *Revista General de Información y Documentación*, 7 (1), 1997, 15-30.
- PALM, Elin y HANSSON, Sven Ove, “The case for ethical technology assessment (eTA)”. *Technological Forecasting & Social Change*, 73, 2006, 543-558.
- PHILLS, J.A., DEIGLMEIER, K. y MILLER, D.T., “Rediscovering Social Innovation”. *Stanford Social Innovation Review*. [en línea]. 2008. <[http://www.ssireview.org/articles/entry/rediscovering\\_social\\_innovation](http://www.ssireview.org/articles/entry/rediscovering_social_innovation)> [Consultado: 31 jul. 2012]
- RAWORTH, K., “A Doughnut for the Anthropocene: humanity’s compass in the 21st century”. *The Lancet*, 1 (2), 2017, 48-49.

- RIP, Arie, "Assessing the impact of innovation: new developments in technology assessment". En *OECD Proceedings: Social Sciences and Innovation*, Paris: OECD, 2001a, 197-213.
- , (2001b). Contributions from Social Studies of Science and Constructive Technology Assessment. En STIRLING, Andrew (Ed.), *On Science and Precaution in the Management of Technological Risk*, Vol. II: Case Studies, Institute for Prospective Technology Studies, Sevilla: European Commission Joint Research Centre, 2001b, 94-122.
- RIP, Arie, MISA, Thomas y SCHOT, Johan, *Managing Technology in Society: The Approach of Constructive Technology Assessment*. London: Thomson, 1995.
- STERN, Nicholas, *The global deal: climate change and the creation of a new era of progress and prosperity*. New York: Public Affairs, 2009.
- STILGOE, J., OWEN, R. y MACNAGHTEN, P., "Developing a framework for responsible innovation". *Research Policy*, 42, 2013, 1568-1580.
- TAYLOR, J.B., "Introducing Social Innovation. 1970". *The Journal of Applied Behavioral Science*, 6 (6), 1970, 69-77.
- URRA CANALES, Miguel, *Estado, mercado, academia... y comunidad. Una cuádruple hélice para el desarrollo integral y la innovación*. Madrid: Universidad Pontificia Comillas, 2017. <https://repositorio.comillas.edu/xmlui/handle/11531/26826>. [Consultado: 5 nov. 2019].
- VV.AA. (2018a). *The Malicious Use of Artificial Intelligence; Forecasting, Prevention, and Mitigation*. Disponible en: <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1802/1802.07228.pdf>
- VON SCHOMBERG, René, "Prospects for technology assessment in a framework of responsible research and innovation". En DUSSELDORP, Marc, and BEECROFT, Richard (Eds), *Technikfolgen abschätzen lehren: Bildungspotenziale transdisziplinärer Methoden*, Wiesbaden: Vs Verlag, 2011, 39-61.
- NEDON, Verena, *Open Innovation in R&D Departments*. Springer: Hamburg, 2014.
- WILSDON, James y WILLIS, Rebeca, *See-Through Science*. London: Demos, 2004.
- WYNNE, Brian, "Misunderstood misunderstandings: social identities and the public uptake of science". *Public Understanding of Science*, 1, 1992, 281-304.
- , "Risk and environment as legitimacy discourses of science and technology: reflexivity inside-out?" *Current Sociology*, 50, 2002, 459-477.
- , "Lab work goes social, and vice-versa: strategising public engagement processes". *Science and Engineering Ethics*, 17, 2011, 791-800.