

PROPUESTA PARA INCORPORAR UN MARCO DE RESPONSABILIDAD SOBRE EL DESARROLLO NANOTECNOLÓGICO DE ARGENTINA

Pablo Matías Herrera; Javier García Fronti

Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Económicas. Centro de Investigación en Metodologías Básicas aplicadas a la gestión. Buenos Aires, Argentina.

pabloherrera@economicas.uba.ar, javier.garciafronti@economicas.uba.ar

Recibido el 10 de mayo de 2019. Aceptado el 18 de septiembre de 2019

Resumen

Las innovaciones tecnológicas se presentan con altas expectativas de beneficios futuros y riesgos difusos. Respecto a las innovaciones vinculadas con la nanotecnología, existe un elevado nivel de incertidumbre en cuanto a cómo y en qué grado las nanopartículas presentes en los productos de consumo ocasionan riesgos a la sociedad, a través de la salud y del medioambiente. Por esta razón se hace necesaria la incorporación de un marco de responsabilidad sobre su desarrollo. El objetivo del presente artículo es realizar una propuesta para incorporar un marco de responsabilidad sobre el desarrollo de la nanotecnología en Argentina. Para cumplimentarlo, en el primer apartado, se describe un marco de responsabilidad vinculado con las cuestiones éticas, de normalización y de regulación de la nanotecnología, y se advierte sobre la necesidad de considerar las condiciones locales para incorporarlo. En el segundo apartado, se analizan las organizaciones que propiciaron algún debate en torno a discusiones éticas, normalización y regulación vinculadas con el sector nanotecnológico del país. Finalmente, en el tercer apartado, se realiza una propuesta concreta para impulsar desde la Fundación Argentina de Nanotecnología un marco de responsabilidad. De

este modo, el artículo aporta una propuesta concreta para hacer responsable el desarrollo nanotecnológico de Argentina.

Palabras Clave: Marco de responsabilidad – Nanotecnología - Fundación Argentina de Nanotecnología.

Abstract

Technological innovations are presented with high expectations of future benefits and diffuse risks. Regarding innovations linked to nanotechnology, there is a high level of uncertainty as to how and to what extent the nanoparticles present in consumer products cause risks to society, through health and the environment. For this reason, it is necessary to incorporate a framework of responsibility for its development. The objective of this article is to make a proposal to incorporate a responsibility framework on the development of nanotechnology in Argentina. To complete it, in the first section, we describe a responsibility framework linked to the ethical, standardization and regulatory issues of nanotechnology, and warns of the need to consider local conditions to incorporate it. In the second section, we analyze the organizations that fostered some debate around ethical discussions, standardization and regulation related to the country's nanotechnology sector. Finally, in the third section, a concrete proposal is made to promote a framework of responsibility from the Argentine Nanotechnology Foundation. In this way, the article provides a concrete proposal to make responsible the nanotechnological development of Argentina.

Keywords: Responsibility framework – Nanotechnology - Argentina Nanotechnology Foundation.

Introducción

Las innovaciones tecnológicas se presentan con altas expectativas de beneficios futuros y riesgos difusos. El entendimiento de esta problemática, en Europa, ha llevado a introducir el marco Responsible Research and Innovation (RRI). El marco de RRI, que encuentra sus antecedentes en el estudio de las implicancias y los aspectos éticos, legales y sociales (ELSI/ELSA), fue desarrollado desde la filosofía de la ciencia y se plasmó en el principio de inclusión, que propone la participación de todos los actores -ciencia, política, industria y sociedad civil- a lo largo del proceso de innovación. Por esta cuestión, más allá de las cuestiones éticas, de normalización y regulación, es fundamental tener en cuenta la articulación de los diferentes actores vinculados al desarrollo de una tecnología de punta como la nanotecnología.

El análisis de esta propuesta europea puede ser útil para el contexto local, pero no por medio de una importación de ideas en forma directa. Más bien, se requiere considerar las condiciones locales a través de un proceso de traducción contextualizada que permita visibilizar sugerencias útiles para el país. En el caso de la nanotecnología, estando en una etapa temprana de su desarrollo, se deben reconsiderar las acciones impulsadas desde el sector público para poder incorporar un marco de responsabilidad que integre y articule las cuestiones vinculadas con la ética, la normalización y la regulación de esta tecnología. En este sentido, el punto de partida para poder incorporar un marco de responsabilidad sobre el desarrollo de la nanotecnología a nivel local consiste en la descripción y el análisis de las organizaciones existentes en el país cuyas áreas de interés se vinculen con temáticas referidas a la ética científica, la normalización y la regulación.

A partir de este análisis, y teniendo en cuenta la factibilidad de la articulación entre los diferentes actores vinculados con el desarrollo nanotecnológico, es posible realizar una propuesta para incorporar un marco de responsabilidad sobre el desarrollo de la nanotecnología en Argentina, lo que se constituye como el objetivo del presente artículo. Para cumplimentarlo, en el primer apartado, se describe un marco de responsabilidad vinculado con las cuestiones éticas, de normalización y de regulación de la nanotecnología, y se advierte sobre la necesidad de considerar las condiciones locales para incorporarlo. En el segundo

apartado, se analizan las organizaciones que propiciaron algún debate en torno a discusiones éticas, normalización y regulación vinculadas con el sector nanotecnológico del país. Finalmente, en el tercer apartado, se realiza una propuesta concreta para impulsar desde la Fundación Argentina de Nanotecnología un marco de responsabilidad. De este modo, el artículo aporta una propuesta concreta para hacer responsable el desarrollo nanotecnológico de Argentina.

1. La necesidad de un marco de responsabilidad en ciencia adaptado al entorno local

En las sociedades modernas la innovación como concepto interdisciplinar es una idea central de las políticas públicas. Una de las características de las innovaciones es que sus *efectos* posteriores sobre la sociedad son inciertos, y las innovaciones tecnológicas en particular se presentan como una configuración segura en lo inmediato, con altas expectativas de beneficios futuros y riesgos difusos (Konrad, 2010; Konrad, Van Lente, Groves, & Selin, 2016).

Teniendo en cuenta la existencia de un contrato social implícito entre científicos y el resto de la sociedad (Guston, 2000; Owen et al., 2013), los primeros obtienen una libertad relativa para llevar a cabo sus tareas e innovar, y los segundos proveen el financiamiento necesario a cambio de la expectativa de crecimiento, desarrollo y generación de valor. Esta división moral del trabajo permite a los científicos investigar y desarrollar, y a la industria introducir todo tipo de nuevas tecnologías en la sociedad, mientras estructuralmente se carece de los medios para *responsabilizar* por los efectos contraproducentes que pudieran presentarse en dicha transferencia.

Respecto a la nanotecnología, existe un elevado nivel de incertidumbre en cuanto a cómo y en qué grado las nanopartículas presentes en los productos de consumo *ocasionan* riesgos a la sociedad, a través de la salud y del medioambiente. A partir de este hecho, desde la academia ha surgido el campo de la nanotoxicología (Donaldson, Stone, Tran, Kreyling, & Borm, 2004; Grieger, Hansen, & Baun, 2009; Maynard et al., 2006; Oberdörster, Oberdörster, & Oberdörster, 2005).

Cumpliendo con las categorías de riesgo manufacturado (invisible, difícil de controlar y contener, y que no conoce límites geográficos) se ha caracterizado a la nanotecnología como un riesgo moderno (Beck, 1999; Throne-Holst, 2012). De este modo, para su efectiva regulación, hace falta comprender el proceso de co-constitución del riesgo por diferentes actores (ciencia, política, industria y sociedad civil) que conlleva el desarrollo de esta tecnología.

En este escenario, la responsabilidad del sector público, desde la promoción hasta la regulación, es fundamental. El entendimiento de la nanotecnología como un riesgo co-constituido, ha llevado a introducir el marco Responsible Research and Innovation (RRI) para el desarrollo de las políticas de la Unión Europea. El concepto de desarrollo responsable se incluyó en los programas de políticas de investigación en nanotecnología (Comisión Europea, 2004, 2005; Nanoscale Science, Engineering and Technology Subcommittee, 2004; Roco, Williams, & Alivisatos, 1999). En ellos se afirmaba que la nanotecnología debía desarrollarse respetando los principios éticos y estudiando científicamente los riesgos potenciales sobre la salud y el medioambiente, con el fin de prever la normativa necesaria para su regulación. Para ello, sería necesario que el desarrollo de la nanotecnología contemple dos categorías. Por un lado, aquella que considera las implicancias sobre el medioambiente y la salud. Por otro, los aspectos éticos, legales y sociales involucrados en ella.

El marco de RRI, encuentra sus antecedentes en el estudio de las implicancias y los aspectos éticos, legales y sociales (ELSI/ELSA) vinculados al desarrollo responsable de la innovación en general (Zwart, Landeweerd, & van Rooij, 2014). Estos temas fueron abordados desde la filosofía de la ciencia y se plasmaron en el principio de inclusión, que propone la participación de todos los actores -ciencia, política, industria y sociedad civil- a lo largo del proceso de innovación.

Por esta cuestión, más allá de las cuestiones éticas, de normalización y regulación, es fundamental tener en cuenta la articulación de los diferentes actores vinculados al desarrollo de una tecnología de punta como la nanotecnología.

La vinculación entre responsabilidad en las innovaciones e integración de la sociedad como dimensiones a lo largo del proceso, condujo a que el

área Ciencia y Sociedad del marco del 7mo Programa Marco de Investigación Europea, se transformara hacia 2007 en el área Ciencia en Sociedad, (Zadrozny, 2007). El objetivo que perseguía esta modificación era fomentar la participación del público a partir de establecer un diálogo bidireccional entre ciencia y sociedad civil. Hoy en día, el Programa Marco de Investigación Europea: Horizonte 2020, esta área lleva el título Ciencia con y para la Sociedad, y por RRI se entiende un proceso en el cual deben trabajar de manera conjunta la sociedad en general y la ciencia (científicos e innovadores) (Comisión Europea, 2012; Owen, Macnaghten, & Stilgoe, 2012; Von Schomberg, 2011). Con RRI, se busca contribuir al bienestar humano, entendiendo que las partes interesadas comparten un compromiso con objetivos que son socialmente deseables (Deblonde, 2016; Von Schomberg, 2016).

Esta búsqueda de objetivos sociales por sobre los objetivos económicos produce que RRI se contraponga a las ideas centrales de los Sistemas Nacionales de Innovación (SNI) (Freeman, 1987; Lundvall, 1992; Nelson, 1993).

El análisis de esta propuesta europea puede ser útil para el contexto local, pero no por medio de una importación de ideas en forma directa. El problema de importar políticas públicas desde otras regiones a lo largo de la historia ha llevado a transferencias acriticas de marcos que han producido mucho daño en nuestras sociedades.

En Latinoamérica en general, y en Argentina en particular, donde las políticas de ciencia, tecnología e innovación se continúan realizando en el marco de los SNI (Chudnovsky, 1999; MINCyT, 2011; SECyT, 2006), la inclusión de un marco de responsabilidad es fundamental. Para ello, se requiere considerar las condiciones locales a través de un proceso de traducción contextualizada que permita visibilizar sugerencias útiles para el país.

Como en otros países dependientes en materia de ciencia y tecnología, la premisa local es que si no se toman tales especificaciones las políticas de innovación pueden excluir antes que incluir. Al respecto, suele hablarse de innovaciones con inclusión social (Arocena & Sutz, 2009) y de tecnologías sociales (Thomas, 2012), pero no se tiene en cuenta una extensión de la agenda de políticas científicas dentro de los países de Latinoamérica para

que la inclusión de un marco de responsabilidad sea efectiva (Vasen, 2016a, 2016b).

Aun teniendo en cuenta las medidas de inclusión social son un requisito para que los desarrollos de innovación realizados en el marco de los SNI no excluyan, incorporar un marco de responsabilidad relacionado al desarrollo de la nanotecnología es necesario para que los riesgos asociados que trae aparejado su desarrollo no afecten a la sociedad.

En este sentido, la creación de centros de excelencia científica integrados a la industria está vinculada únicamente con el propósito de mejorar la competitividad internacional y fomentar el crecimiento económico. Es llamativa dentro de este sector, la falta de atención a las cuestiones sociales, tales como la protección de los consumidores y de los trabajadores contra los riesgos potenciales, y la ausencia de promoción a la participación de las organizaciones sociales en las decisiones de política pública referidas a nanotecnología (Foladori, Figueroa, Edgard, & Invernizzi, 2012).

En el caso de la nanotecnología, estando en una etapa temprana de su desarrollo, se deben reconsiderar las acciones impulsadas desde el sector público para poder incorporar un marco de responsabilidad que integre y articule las cuestiones vinculadas con la ética, la normalización y la regulación de esta tecnología. Llevar adelante el desarrollo una tecnología de punta dentro de un marco de responsabilidad, significa incluir de manera activa a la ciudadanía en todo el proceso de innovación, desde su promoción hasta su regulación. Para ello, es necesario contar con organizaciones que hagan posible la creación de espacios para que participe la sociedad. Desde la designación de la nanotecnología como un área prioritaria para las políticas públicas en el país, el Estado ha llevado adelante diferentes iniciativas, por un lado, en lo respecta al financiamiento, y por el otro, en lo que respecta a la creación de organizaciones que propicien el debate en torno a discusiones éticas, de normalización y regulación.

2. Un marco de responsabilidad pública sobre el desarrollo de la nanotecnología en Argentina.

El punto de partida para poder incorporar un marco de responsabilidad sobre el desarrollo de la nanotecnología a nivel local consiste en la actividad de las organizaciones públicas existentes en el país cuyas áreas

de interés se vinculen con temáticas referidas a la ética científica, la normalización y la regulación que tienen o tuvieron alguna vinculación con el desarrollo nanotecnológico en el país. Se analiza la actividad del Comité Nacional de Ética en la Ciencia y la Tecnología (CECTE), el Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM), la Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica (ANMAT), la Superintendencia de Riesgos del Trabajo (SRT) y el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA).

Cuadro 1. Resumen de los organismos y las actividades

Organismos públicos de ética, normalización y regulación	Creación de espacios para que participe la sociedad
Comité Nacional de Ética en la Ciencia y la Tecnología	Promueve una instancia de argumentación crítica y transdisciplinaria en la evaluación de proyectos y leyes. Elaboró códigos éticos de conducta en la investigación nanotecnológica.
Instituto Argentino de Normalización y Certificación	Desarrolla las normas en el campo de las tecnologías que se desarrollan en la escala nanométrica.
Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica	Guías de evaluación de nanomedicina y nanodispositivos. Observatorio de problemáticas sociales.
Superintendencia de Riesgos del Trabajo	Observatorio de Nanotecnología y Salud de los Trabajadores.
Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria	Interacción con los equipos de investigación en nanociencia y nanotecnología.

Elaboración propia

El Comité Nacional de Ética en la Ciencia y la Tecnología (CECTE)

Teniendo en cuenta las consideraciones éticas vinculadas al desarrollo de la tecnología, en abril del 2004, fue creado el CECTE mediante la Resolución 004/2001 de la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva y confirmado por las Resoluciones 031/2002 y 600/2004. Su función consiste en analizar los problemas asociados a esta temática en

todos los campos de investigación, que atañen tanto a la labor de los investigadores y de las instituciones de investigación, así como a la formación de los futuros científicos. Compete a la tarea del CECTE los alcances éticos en la producción de conocimientos científicos, su manejo, interpretación y publicidad de los resultados alcanzados. Para ello, evalúa proyectos de política, leyes y regulaciones que involucran a la investigación científica y a las nuevas tecnologías desde esta perspectiva, promoviendo una instancia de argumentación crítica y transdisciplinaria sobre problemas relevantes para la integridad y el progreso de la ciencia.

En lo que refiere al desarrollo de la nanotecnología, el CECTE advirtió de manera temprana sobre la necesidad de iniciar un debate para discutir el tema emergente de la ética en este campo. Al respecto, a la vez que tenía en cuenta los posibles beneficios y consecuencias riesgosas que planteaba su desarrollo, cuyas implicaciones sociales debían preverse y analizarse, reconocía también que la constitución de la Fundación Argentina de Nanotecnología (FAN) significaba un importante aporte para el análisis de las relaciones entre la ciencia, la sociedad y el Estado (CECTE, 2005). En este sentido, la intervención más concreta del CECTE en el campo de la nanotecnología ha sido su participación y elaboración junto con profesionales de la especialidad, de los principios éticos de sus prácticas, la detección de los valores fundamentales y en la creación de códigos y comités éticos.

El Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM)

El IRAM es una asociación civil sin fines de lucro, que fue fundada en el año 1935 por representantes de los diversos sectores de la economía, del gobierno y de las instituciones científico-técnicas. En el campo de la normalización, el IRAM es el único representante argentino ante la International Organization for Standardization (ISO) y quien lidera los comités técnicos nacionales que analizan los documentos en estudio, canaliza las propuestas nacionales y fija la posición de Argentina ante ese organismo internacional.

En 2008, el IRAM creó un comité de nanotecnologías que está conformado por especialistas locales de diversas disciplinas y sigue, como miembro observador, los avances en materia de normalización técnica del ISO/TC 229. Este comité tiene como función principal establecer políticas y líneas de acción para el desarrollo de la normalización en esta área específica. Por su parte, el subcomité de nanotecnologías tiene como función

desarrollar las normas en el campo de las tecnologías que se desarrollan en la escala nanométrica¹ (IRAM, 2009).

La Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica (ANMAT)

La ANMAT es un organismo descentralizado de la Administración Pública Nacional creado en agosto de 1992, mediante decreto 1490/92. Su función es colaborar en la protección de la salud humana, garantizando que los medicamentos, alimentos y dispositivos médicos a disposición de los ciudadanos posean eficacia – en el sentido de cumplir con su objetivo terapéutico, nutricional o diagnóstico enunciado-, seguridad – expresado en un alto coeficiente beneficio/riesgo- y calidad – respondiendo a las necesidades y expectativas de la población-. Para ello, se encarga de llevar adelante los procesos de autorización, registro, normalización, vigilancia y fiscalización de los productos de su competencia en todo el territorio nacional. La ANMAT depende técnica y científicamente de las normas y directivas que imparte la Secretaría de Políticas, Regulación e Institutos del Ministerio de Salud, con un régimen de autarquía económica y financiera.

La ANMAT identificó a la nanotecnología como un tema estratégico para la administración nacional y en un encuentro con la FAN acordó la creación de un grupo de trabajo con el objetivo de elaborar una serie de guías de evaluación de nanomedicina y nanodispositivos (ANMAT, 2010).

A partir de la creación del observatorio ANMAT mediante la disposición 907/2011 (ANMAT, 2011) se propuso como objetivo articular el organismo gubernamental con las distintas instituciones de la salud y la ciudadanía. Se buscó identificar problemáticas sociales que orienten al ente regulador mediante un sistema participativo e integrador.

La Superintendencia de Riesgos del Trabajo (SRT)

Por su parte, la SRT es un organismo que depende de la Secretaría de Seguridad Social del Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social de la Nación y fue creado en 1996 a través de la Ley N° 24.557. Su objetivo

¹ Las normas IRAM en estudio son la 39501 (Vocabulario), la 39502 (Hoja de datos de seguridad), la 39503 (Metodología para la evaluación del riesgo de nanomateriales) y la 39504 (Gestión del riesgo ocupacional aplicado a nanomateriales de ingeniería. Principios y enfoque basado en control de bandas) (IRAM, 2015).

es garantizar el efectivo cumplimiento del derecho a la salud y seguridad de la población durante el período de trabajo, centralizando su actividad en el logro de trabajos decentes, que preserven la salud y seguridad de los trabajadores, promoviendo la cultura de la prevención. Además, la SRT colabora con los compromisos asumidos desde el Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social de la Nación y de los estados provinciales respecto a la erradicación del trabajo infantil, la regularización del empleo y la lucha contra el trabajo no registrado.

A partir de la necesidad de proteger al trabajador de los riesgos nanotecnológicos a los que se encuentra expuesto, se crea en 2014 el Observatorio de Nanotecnología y Salud de los Trabajadores de la SRT. Su objetivo es la difusión de información para la prevención en el empleo de estos materiales, sus nuevos usos, los avances en salud y seguridad, las aplicaciones y los espacios productivos en Argentina, datos estadísticos y recomendaciones para el trabajo seguro.

El Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA)

El SENASA es un organismo descentralizado, con autarquía económico-financiera y técnico-administrativa y personería jurídica propia, que pertenece a la órbita del Ministerio de Agroindustria de la Nación y es el encargado de ejecutar las políticas nacionales en materia de sanidad y calidad animal y vegetal e inocuidad de los alimentos de su competencia, así como de verificar el cumplimiento de la normativa vigente en la materia. Es también responsable del control del tráfico federal y de las importaciones y exportaciones de los productos, subproductos y derivados de origen animal y vegetal, los productos agroalimentarios, fármaco-veterinarios, agroquímicos, fertilizantes y enmiendas.

En lo que respecta a la nanotecnología, el SENASA desarrolló en 2015 un seminario participativo sobre su introducción en la agroindustria y agroalimentos. El mismo contó con la participación de diferentes organizaciones² reunidas con el objetivo de crear, fortalecer, vincular y articular capacidades para el desarrollo de nanotecnologías orientadas a las cadenas de valor agroalimentarias, además de la formación y

² La Escuela Regional de Nanotecnologías en Agroindustria y Agroalimentos, un emprendimiento conjunto de los institutos nacionales de Tecnología Agropecuaria (INTA) e Industrial (INTI), y contó con el apoyo de las fundaciones Argentina de Nanotecnología (FAN) y ArgenINTA.

especialización de los profesionales en la región. La agenda de trabajo incluyó aspectos generales de la nanotecnología; nanomateriales y caracterización; sus diferentes aplicaciones en salud animal y protección vegetal y abordajes regulatorios en nanotecnología y alimentos. De este modo, el SENASA cumple su propósito de vincular su personal técnico con estas nuevas disciplinas y sus diferentes aplicaciones, a través de la interacción con los equipos de investigación en nanociencia y nanotecnología que permita identificar líneas de trabajo conjuntas y llevar adelante nuevos proyectos.

3. Propuesta de impulsar un marco de responsabilidad sobre el desarrollo de la nanotecnología

En el siguiente apartado, se realiza una propuesta para incorporar un marco de responsabilidad en el desarrollo de la nanotecnología en Argentina. En este sentido, se analiza la FAN y, teniendo en cuenta que se propone esta organización como el lugar propicio para impulsarlo retomando las iniciativas conjuntas con el CECTE, el IRAM, la ANMAT, la SRT y el SENASA. es fundamental la participación de la FAN como articulador de los diferentes organismos vinculados con la nanotecnología en Argentina.

A continuación, se describe el surgimiento de la Fundación argentina de Nanotecnología (FAN), esta organización y, por sus características de organismo articulador, se la propone como el lugar propicio para impulsar un marco de responsabilidad.

La Fundación Argentina de Nanotecnología

El origen de la FAN se encuentra asociado con las primeras acciones que el Estado realizaba en pos de impulsar un sector nanotecnológico a nivel local. En el año 2004, el entonces Ministro de Economía de la Nación, Roberto Lavagna, anunció un importante programa en materia de nanotecnología que estaba centrado en un sólo proyecto apadrinado por la empresa estadounidense Lucent Technologies (Lavagna, 2004). El proyecto, que involucraba una inversión de USD 10.000.000, trajo consigo cierta controversia en la comunidad científica e hizo redefinir las políticas de ciencia, tecnología e innovación en materia nanotecnológica (Andrini & Figueroa, 2008). Como resultado de esta situación, a través del decreto Nº 380/2005 se autoriza al Ministerio de Economía y Producción a

constituir la FAN, situación la cual también fue controversial desde la dimensión ética de la ciencia (CECTE, 2005).

A partir del 2007, la FAN pasó a la jurisdicción del MINCyT, y en la actualidad lleva a cabo diferentes actividades relacionadas con la difusión y la coordinación de la nanotecnología, como la organización de encuentros que permiten para poner en contacto a científicos, emprendedores y empresarios, con el fin de promover la transferencia de conocimientos entre ellos. En este sentido, la FAN se encarga articulación del sector nanotecnológico a través de diferentes acciones que abarcan diferentes problemáticas. En particular, vinculado a los riesgos que trae aparejado el desarrollo de la nanotecnología, la FAN impulsó el programa Nanotecnología y Sustentabilidad, que buscó desarrollar una agenda de trabajo para ejecutar actividades teniendo en cuenta las acciones, normativas y capacidades que se necesitan para hacer sustentable su desarrollo. En igual sentido, el programa buscó detectar las capacidades para que la nanotecnología contribuya con los desafíos de la sustentabilidad ambiental, considerando que ambos ejes son complementarios y exigen la intervención de diversos actores (expertos en nanotecnología, funcionarios, representantes de instituciones de I+D y de empresas, entre otros) que tendrán la responsabilidad de transferir información y conocimiento al resto de la sociedad.

Si bien en la actualidad la FAN se mantiene activa, no existe un programa que programa que una actividad regular vinculada con la problemática social del desarrollo nanotecnológico.

Cuadro 2. FAN

Organización	Funciones de interés en RRI
Fundación Argentina de Nanotecnología	Vinculación de investigadores y emprendedores. Programa Nanotecnología y Sustentabilidad.

En Argentina, hasta el momento los programas de política no hacen referencia explícita a incorporar un marco de responsabilidad. En el país, no existe la preocupación por incluir procesos de articulación entre diferentes actores para incorporar a la sociedad a lo largo del desarrollo de las innovaciones.

Cuadro 3. Problemáticas para impulsar el marco de responsabilidad.

Organismos	Problemáticas
CECTE	Los intentos de marco de responsabilidad fueron desestimados.
CECTE, FAN	Las medidas de responsabilidad son desarticuladas.
MINCYT	La inclusión social se plantea en un entorno delineado SNI.

Elaboración propia

Sin embargo, el análisis de la adopción de un marco de responsabilidad en Argentina no pasó inadvertida por los organismos mundiales. Se registra como antecedente en la temática una evaluación positiva realizada desde la OCDE (Working Party on Nanotechnology, 2013). El informe realizado se menciona que el CECTE es el organismo encargado de llevar adelante las políticas vinculadas con el desarrollo responsable de la nanotecnología en el país. Los Lineamientos de conducta responsable en la investigación en Nanociencia y Nanotecnología (Vila Seoane, 2011) integraron los temas de estudio del CECTE³ hace algunos años, pero en la actualidad sus investigaciones y percepción pública parecen haber salido de la agenda y continúa siendo un área escasamente explorada.

La iniciativa más cercana del CECTE para impulsar el desarrollo responsable de la nanotecnología estuvo vinculada con la adopción del código de conducta europeo, el cual fue rechazado por la comunidad científica local y, hoy en día, el desarrollo responsable de la nanotecnología no parece constituir una prioridad del Comité.

Durante la Conferencia Internacional para la Investigación Responsable en Nanociencia y Nanotecnología, organizada en 2008 por el CECTE junto a la FAN, el Centro Argentino-Brasileño de Nanociencia y Nanotecnología (CABNN), el Programa Argentino-Brasileño de Ética en la Ciencia y la Tecnología (PABECyT), la Dirección de Relaciones Internacionales del MINCYT y que contó con el auspicio de la Dirección General de

³ En la actualidad, los temas de estudio que figuran en la página del CECTE son: Controversias en torno al uso del herbicida glifosato, Sistema Nacional de Evaluación Ética de Proyectos de Investigación Científica y Tecnológica y Ética en las investigaciones sobre el cambio climático. <http://www.cepte.gov.ar/temas-en-estudio/>

Investigación de la Comisión Europea, se plantearon por primera vez cuestiones de ética en el uso e implementación de la nanotecnología en Argentina⁴. En dicho encuentro, el responsable de la Unidad de Gobernanza y Ética de la Dirección General de Investigación de la Comisión Europea presentó el Código de Conducta para la Investigación Responsable en Nanociencia y Nanotecnología (Comisión Europea, 2009) e informó los principios y las acciones concretas destinadas a implementarlo en los países integrantes de la Unión. Respecto a los riesgos, advirtió acerca de la seguridad de las nanopartículas y la necesidad de aplicar el principio de precaución e implementación de un código de conducta⁵ (Zilgalvis, 2008).

Si bien en la reunión se acordó que el CECTE, junto a investigadores, industriales y miembros de la FAN, iniciaría en el ámbito del MINCyT el proceso de elaboración de un código que contemplará los lineamientos discutidos, esa propuesta no avanzó demasiado. Representantes del mundo académico, de la industria y de organizaciones gubernamentales de Argentina y Brasil discutieron sobre la posibilidad y conveniencia de adoptar un código similar en ambos países, que contribuyera al avance de la nanotecnología y pudiera influir positivamente en los intercambios entre la región y la Unión Europea. Sin embargo, dado que la inclusión del principio precautorio⁶ dejaba en manos de la Comisión Europea la decisión de qué se producía y qué no, lo que podía perjudicar al desarrollo de la nanotecnología local, se decidió no avanzar en su elaboración e implementación en el país⁷.

⁴ Del 1 al 4 de diciembre de 2003, en Río de Janeiro, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, por sus siglas en inglés) realizaba la tercera edición del World Commission on the Ethics of Scientific Knowledge and Technology (COMEST). Dentro del evento se incluía por primera vez en América Latina una sesión de ética y nanotecnología. En la misma participó un investigador de Argentina (Salvareza, 2003).

⁵ En la conferencia, también se había propuesto la creación de un Observatorio de N&N que acceda a bases de datos de investigaciones sobre riesgos en este campo realizadas en la Comisión Europea y otras partes del mundo.

⁶ Este principio, sobre el cual investigadores argentinos ya habían formado parte en la elaboración de informes para la UNESCO (COMEST, 2005), también ha pasado a ser objeto de estudio en el CECTE (CECTE, 2010).

⁷ En lugar de un código de conducta específico para la nanotecnología, el CECTE publicó el documento *Proposiciones para una ciencia y una tecnología socialmente*

Lo que sí existe, y se declara en los programas de políticas públicas (MINCYT, 2011; SECyT, 2006), son intenciones de adoptar medidas específicas que garanticen la inclusión social. El área de la nanotecnología, por el momento, persiste la tendencia de los SNI llegándose a denominar a todas las instituciones vinculadas con su desarrollo como Sistema Nacional de Nanotecnología (Vila Seoane, 2011, 2014).

Más allá de esta iniciativa puntual, todas las iniciativas y acciones descriptas hasta el momento, si bien han sido de interés y se han orientado al desarrollo de la nanotecnología dentro de un marco de responsabilidad, no se han mantenido en el tiempo. La mayoría de las acciones impulsada por las organizaciones vinculadas con las cuestiones de ética, normalización y regulación hoy en día se encuentran desarticuladas.

Por esta razón es importante retomar desde esta organización las diversas acciones vinculadas con la ética, la normalización y la regulación del desarrollo de esta tecnología de punta. Teniendo en cuenta que la FAN es la más temprana, y posiblemente la principal, iniciativa local en cuanto al fomento y la articulación de los diferentes actores que trabajan en nanotecnología.

Conclusiones

En Argentina los programas de política vinculados con el desarrollo de la nanotecnología no consideran los riesgos asociados que trae aparejado esta tecnología de punta. A partir de un análisis de las organizaciones vinculadas con la articulación, las cuestiones éticas, de normalización y de regulación de la nanotecnología, el objetivo del presente artículo consistió

responsables (CECTE, 2014). Este documento surgió en respuesta al mandato de la Organización de Naciones Unidas y de la revisión crítica de una extensa serie de regulaciones y códigos a nivel nacional e internacional. El documento plantea un conjunto de principios y enunciados relativos a la responsabilidad social de los investigadores y de los organismos e instituciones públicas del sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación, y cumple con las declaraciones y convenciones internacionales sobre ética en la ciencia. Incorpora tanto principios generales de la conducta en sociedad como aquellos que están en la base misma de la investigación responsable. Las Proposiciones responden también a las políticas de fortalecimiento de la integridad en la investigación que se han extendido a nivel global acompañando su evolución y el reconocimiento de la ciencia y la tecnología como herramientas para el bienestar y la realización de proyectos de crecimiento económico, inclusivo y sustentable.

en realizar una propuesta para incorporar un marco de responsabilidad en su desarrollo.

En el primer apartado, se analizó el riesgo que involucra el desarrollo de innovaciones. En el caso de las innovaciones vinculadas con la nanotecnología, existe un elevado nivel de incertidumbre en cuanto a cómo y en qué grado las nanopartículas presentes en los productos de consumo ocasionan riesgos a la sociedad, a través de la salud y del medioambiente. Se mencionó que, a partir de esta problemática, en Europa se introdujo el marco Responsible Research and Innovation (RRI), marco que fue desarrollado desde la filosofía de la ciencia y que se plasmó en el principio de inclusión, que propone la participación de todos los actores -ciencia, política, industria y sociedad civil- a lo largo del proceso de innovación. Por esta cuestión, más allá de las cuestiones éticas, de normalización y regulación, para su incorporación es fundamental tener en cuenta la articulación de los diferentes actores vinculados al desarrollo de una tecnología de punta como la nanotecnología.

El análisis de esta propuesta europea puede ser útil para el contexto local, pero no por medio de una importación de ideas en forma directa. Más bien, se requiere considerar las condiciones locales a través de un proceso de traducción contextualizada que permita visibilizar sugerencias útiles para el país. En el caso de la nanotecnología, estando en una etapa temprana de su desarrollo, se deben reconsiderar las acciones impulsadas desde el sector público para poder incorporar un marco de responsabilidad que integre y articule las cuestiones vinculadas con la ética, la normalización y la regulación de esta tecnología. En este sentido, En el segundo apartado, se analizaron las organizaciones que propiciaron algún debate en torno a discusiones éticas, normalización y regulación vinculadas con el sector nanotecnológico del país. En particular, se explicó la intervención del CECTE sobre el sector nanotecnológico y se mencionó los diversos organismos de normalización y regulación que tienen o tuvieron alguna vinculación con el desarrollo de este sector en el país (el IRAM, la ANMAT, la SRT y el SENASA).

Finalmente, en el tercer apartado, se describió el origen de la FAN. Se definió a esta organización como la encargada de la articulación de los diferentes actores vinculados con el desarrollo de la nanotecnología en Argentina, y se afirmó que, si bien en la actualidad se mantiene activa, no

lleva adelante ningún programa que proponga actividades regulares vinculadas con la problemática social del desarrollo nanotecnológico. Teniendo en cuenta que la FAN es la más temprana, y posiblemente la principal, iniciativa local en cuanto al fomento y la articulación de los diferentes actores que trabajan en nanotecnología, la propuesta de este artículo consistió en impulsar un marco de responsabilidad sobre el desarrollo de la nanotecnología desde esta organización, comenzando por retomar las iniciativas llevadas con juntamente con el CECTE, el IRAM, la ANMAT, la SRT y el SENASA. De este modo, el artículo aportó una propuesta concreta para hacer responsable el desarrollo nanotecnológico de Argentina.

Referencias Bibliográficas

Andrini, L., & Figueroa, S. (2008). El impulso gubernamental a las nanociencias y nanotecnologías en Argentina. *Foladori, G. & Invernizzi, N. Nanotecnologías en América Latina ReLANS.*

ANMAT. (2010). *Boletín para profesionales.* Administración nacional de medicamentos alimentos y tecnología médica, Ministerio de Salud, Argentina.

ANMAT. (2011). *Disposición N° 907/2011: Observatorio ANMAT* (Disposición N° 907/2011). Administración nacional de medicamentos alimentos y tecnología médica, Ministerio de Salud, Argentina.

Arocena, R., & Sutz, J. (2009). Sistemas de innovación e inclusión social. *Pensamiento Iberoamericano, 5*(2), 99–120.

Beck, U. (1999). *World risk society.* USA: Blackwell Malden, MA.

CECTE. (2005). *Declaración sobre el Decreto 380/05.* Buenos Aires: Comité Nacional de Ética en la Ciencia y la Tecnología.

CECTE. (2010). *Anotaciones para una ética en la ciencia y la tecnología. El principio de precaución.* Buenos Aires: Comité Nacional de Ética en la Ciencia y la Tecnología.

CECTE. (2014). *Proposiciones para una ciencia y una tecnología socialmente responsables*. Buenos Aires: Comité Nacional de Ética en la Ciencia y la Tecnología.

Chudnovsky, D. (1999). Políticas de ciencia y tecnología y el Sistema Nacional de Innovación en la Argentina. *Revista de la CEPAL*, 67, 153-171.

COMEST. (2005). *Informe del Grupo de Expertos sobre el principio precautorio*. Paris: UNESCO.

Comisión Europea. (2004). *Hacia una estrategia europea para las nanotecnologías*. Bruselas: Comisión de las Comunidades Europeas.

Comisión Europea. (2005). *Nanosciences and anotechnologies: An action plan for Europe 2005-2009*. Bruselas: Comisión de las Comunidades Europeas.

Comisión Europea. (2009). *A code of conduct for responsible nanosciences and nanotechnologies research*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.

Comisión Europea. (2012). *Responsible Research and Innovation: Europe's ability to respond to societal challenges*. Bruselas: Comisión de las Comunidades Europeas.

Deblonde, M. (2016). *RRI in the service of Sustainability*. Presentado en Responsible Research and Innovation (RRI): The Problematic Quest for «Right» Impacts, San Sebastián.

Donaldson, K., Stone, V., Tran, C. L., Kreyling, W., & Borm, P. J. (2004). *Nanotoxicology*. BMJ Publishing Group Ltd.

Foladori, G., Figueroa, S., Edgard, Z.-L., & Invernizzi, N. (2012). Características distintivas del desarrollo de las nanotecnologías en América Latina. *Sociologías*, 14(30), 330-363.

Freeman, C. (1987). *Technology Policy and Economic Performance*. London: Printer.

Grieger, K. D., Hansen, S. F., & Baun, A. (2009). The known unknowns of nanomaterials: describing and characterizing uncertainty within environmental, health and safety risks. *Nanotoxicology*, 3(3), 222–233.

Guston, D. (2000). Retiring the social contract for science. *Issues in science and technology*, 16(4), 32-36.

IRAM. (2009). *Normas para una industria próspera y segura*. Instituto argentino de normalización y certificación.

IRAM. (2015). *Plan de estudio de normas 2016*.

Konrad, K. (2010). Governance of and by expectations. Presentado en Paper presented at the 2010 EASST Conference, September 2-4.

Konrad, K., Van Lente, H., Groves, C., & Selin, C. (2016). Performing and Governing the Future in Science and Technology. En *The Handbook of Science and Technology Studies* (p. 465).

Lavagna, R. (2004). *El Gobierno impulsa el desarrollo de tecnología y la alfabetización digital*. Presentado en IDEA 40 Coloquio anual, Mar del Plata. Recuperado de http://www.ideared.org/coloquio40/sintesis/Lavagna_Inversiones.asp

Lundvall, B.-A. (1992). National innovation system: towards a theory of innovation and interactive learning. *Pinter, London*.

Maynard, A. D., Aitken, R. J., Butz, T., Colvin, V., Donaldson, K., Oberdörster, G., ... others. (2006). Safe handling of nanotechnology. *Nature Publishing Group*, 444(7117), 267-269.

MINCyT. (2011). Argentina Innovadora 2020. Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación: Lineamientos estratégicos 2012-2015. Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva.

Nanoscale Science, Engineering and Technology Subcommittee. (2004). *The National Nanotechnology Initiative: Strategic Plan*.

Nelson, R. R. (1993). *National innovation systems: a comparative analysis*. Oxford university press.

Oberdörster, G., Oberdörster, E., & Oberdörster, J. (2005). Nanotoxicology: An Emerging Discipline Evolving from Studies of Ultrafine Particles. *Environm Health Perspec*, 113(7), 823-839.

Owen, R., Macnaghten, P., & Stilgoe, J. (2012). Responsible research and innovation: From science in society to science for society, with society. *Science and Public Policy*, 39(6), 751-760.

Owen, R., Stilgoe, J., Macnaghten, P., Gorman, M., Fisher, E., & Guston, D. (2013). A framework for responsible innovation. En R. Owen, J. Bessant, & M. Heintz (Eds.), *Responsible innovation: managing the responsible emergence of science and innovation in society* (pp. 27–50). Chichester: Wiley.

Roco, M. C., Williams, R. S., & Alivisatos, P. (Eds.). (1999). *Nanotechnology Research Directions: IWGN Workshop Report*.

Salvarezza, R. (2003). Why is nanotechnology important for developing countries? (pp. 133-136). Presentado en COMEST: Third Session, Río de Janeiro: UNESCO. Recuperado de <http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001343/134391e.pdf>

SECyT. (2006). Bases de la Convocatoria a Ideas-Proyecto. IP-PAE 2006. Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología.

Thomas, H. (2012). Tecnologías para la inclusión social en América Latina: de las tecnologías apropiadas a los sistemas tecnológicos sociales. Problemas conceptuales y soluciones estratégicas. *Tecnología, desarrollo y democracia. Nueve estudios sobre dinámicas socio-técnicas de exclusión/inclusión social*, 25–78.

Throne-Holst, H. (2012). *Consumers, Nanotechnology and Responsibilities Operationalizing the Risk Society*. University of Twente, Oslo.

Vasen, F. (2016a). ¿Estamos ante un "giro poscompetitivo" en la política de ciencia, tecnología e innovación? *Sociologías*, 18(41), 242-268.

Vasen, F. (2016b). Responsible Innovation in Developing Countries: an enlarged agenda. En *Responsible innovation: a European agenda?*

Vila Seoane, M. (2011). *Nanotecnología: su desarrollo en Argentina, sus características y tendencias a nivel mundial* (Tesis de Maestría Gestión de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación). Universidad Nacional de General Sarmiento.

Vila Seoane, M. (2014). Los desafíos de la nanotecnología para el desarrollo en Argentina. *Mundo Nano. Revista Interdisciplinaria en Nanociencia y Nanotecnología*, 7(13), 78-94.

Von Schomberg, R. (2011). Introduction: Towards responsible research and innovation in the information and communication technologies and security technologies fields. En R. Von Schomberg (Ed.), *Towards responsible research and innovation in the information and communication technologies and security technologies fields* (pp. 7-15). Luxembourg: Publications Office of the European Union.

Von Schomberg, R. (2016). *Responsible Innovation for the Pursuit of Sustainability*. Presentado en Responsible Research and Innovation (RRI): The Problematic Quest for «Right» Impacts, San Sebastián.

Working Party on Nanotechnology. (2013). *Responsible development of nanotechnology: summary results from a survey activity*. OCDE.

Zilgalvis, P. (2008). *Recommendation to the Member States on a Code of Conduct for Responsible Nanosciences and Nanotechnologies Research*. Presentado en Conferencia Internacional para la Investigación Responsable en Nanociencia y Nanotecnología. Recuperado de <http://www.cecte.gov.ar/pdf/000057-es.pdf>

Zwart, H., Landeweerd, L., & van Rooij, A. (2014). Adapt or perish? Assessing the recent shift in the European research funding arena from 'ELSA' to 'RRI'. *Life Sciences, Society and Policy*, 10(11), 1-19. <https://doi.org/10.1186/s40504-014-0011-x>