

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
DOCTORADO

TESIS
EL DESARROLLO DE LA NANOTECNOLOGÍA EN ARGENTINA.
PROPUESTA DE UN MARCO DE RESPONSABILIDAD PARA LAS
POLÍTICAS PÚBLICAS

Alumno: Pablo Matías Herrera

Director de Tesis: Javier Ignacio García Fronti

Miembros del Tribunal de Tesis: María Teresa Casparri, María José Bianco y Javier
Castro Spila

Fecha de defensa de la Tesis: 24 de mayo de 2017

Índice

Agradecimientos	5
Resumen	6
Introducción	8
1. El desarrollo responsable de la nanotecnología.....	17
<i>Introducción al capítulo.....</i>	<i>17</i>
1.1. <i>La nanotecnología</i>	<i>20</i>
1.1.1. Desde la ciencia a la política	20
1.1.2. Expectativas de la industria nanotecnológica.....	23
1.1.3. La promoción a través de indicadores de la ciencia	26
1.2. <i>Los riesgos y la regulación.....</i>	<i>29</i>
1.2.1. Los riesgos en la salud y en el medioambiente	29
1.2.2. La importancia de la definición de los nanomateriales	31
1.2.3. La regulación en Estados Unidos y en la Unión Europea	35
1.3. <i>La inclusión de la dimensión social.....</i>	<i>38</i>
1.3.1. La nanotecnología como un riesgo co-constituido.....	38
1.3.2. La responsabilidad y el marco de RRI.....	40
1.3.3. El desarrollo responsable.....	43
<i>Conclusión del capítulo</i>	<i>47</i>
2. Las políticas y el desarrollo responsable de la nanotecnología en Argentina..	49
<i>Introducción al capítulo.....</i>	<i>49</i>
2.1. <i>El sistema nacional de innovación</i>	<i>52</i>
2.1.1. Las políticas públicas	52
2.1.2. El sistema nacional de nanotecnología en Argentina	56
2.1.3. El financiamiento.....	58
2.2. <i>Organizaciones para el desarrollo responsable.....</i>	<i>63</i>
2.2.1. La Fundación Argentina de Nanotecnología.....	63
2.2.2. La promoción de un marco ético	67
2.2.3. Normalización y regulación.....	69
2.3. <i>Propuestas para el desarrollo responsable</i>	<i>73</i>
2.3.1. La necesidad de incorporar un marco de responsabilidad.....	73
2.3.2. El lugar para incorporar el marco de responsabilidad	76
2.3.3. La propuesta	79
<i>Conclusión del capítulo</i>	<i>81</i>

3. Propuesta metodológica para estudiar el desarrollo responsable de la nanotecnología	83
<i>Introducción al capítulo.....</i>	<i>83</i>
3.1. <i>Propuesta metodológica</i>	<i>85</i>
3.1.1. El fenómeno de estudio y las dimensiones de análisis	85
3.1.2. Diseño exploratorio secuencial.....	86
3.1.3. Modalidad derivativa: de lo cualitativo a lo cuantitativo	86
3.2. <i>La recolección de los datos en la investigación cualitativa</i>	<i>89</i>
3.2.1. Los participantes de la nanotecnología como informantes.....	89
3.2.2. Armado de la guía para la entrevista	92
3.2.3. Implementación de la entrevista	95
3.3. <i>El análisis de los datos: la reducción, el despliegue y la extracción de conclusiones.....</i>	<i>99</i>
3.3.1. La codificación para la reducción de los datos.....	99
3.3.2. Las matrices y las redes para el despliegue de los datos	101
3.3.3. Extracción de conclusiones y formulación de hipótesis: proyectos de nanotecnología	107
<i>Conclusión del capítulo</i>	<i>112</i>
4. El grado de responsabilidad en los proyectos de nanotecnología	114
<i>Introducción al capítulo.....</i>	<i>114</i>
4.1. <i>El grado de responsabilidad a partir de las características de los proyectos.....</i>	<i>117</i>
4.1.1. Los proyectos como unidad de análisis	117
4.1.2. Las características descriptivas.....	119
4.1.3. Las características actitudinales y de comportamiento.....	121
4.2. <i>El modelo para la construcción de la variable.....</i>	<i>123</i>
4.2.1. Operacionalización de la variable.....	123
4.2.2. Las características como variables ordinales.....	125
4.2.3. La interacción entre las categorías.....	129
4.3. <i>La relación entre financiamiento y el grado de responsabilidad.....</i>	<i>133</i>
4.3.1. Un cuestionario para recopilar información del grado de responsabilidad	133
4.3.2. Estadística descriptiva del grado de responsabilidad en los proyectos ..	136
4.3.3. Uno modelo econométrico para medir la correlación entre financiamiento y responsabilidad.....	142
<i>Conclusión del capítulo</i>	<i>145</i>
Conclusión	148

Referencias bibliográficas	157
Apéndices	180
<i>Apéndice A: manual de códigos</i>	180
<i>Apéndice B: guía de entrevista</i>	184
<i>Apéndice C: matriz de análisis</i>	186
<i>Apéndice D: cuestionario</i>	187
<i>Apéndice E: procesamiento de las respuestas</i>	193
<i>Apéndice F: regresiones econométricas</i>	194

Agradecimientos

Mi agradecimiento a la Profesora Emérita Dra. María Teresa Casparri por ayudarme, desde diferentes lugares, en mi formación profesional. Gracias a ella, hoy puedo desempeñarme como docente e investigador, profesión que considero mi vocación.

Agradezco a mi director de tesis, Javier García Fronti, por acompañarme a lo largo de este proceso de una manera tan humana. Quisiera agradecerle también por brindarme diferentes oportunidades institucionales, por ampliar mi campo de conocimiento, y por las críticas constructivas realizadas durante todo el proceso de investigación. Gracias a él la concreción de este trabajo fue posible.

Agradezco a Martín Masci por ser mi compañero incondicional. Soporte fundamental a lo largo de este camino.

Agradezco la Universidad de Buenos Aires, a la Facultad de Ciencias Económicas y al Centro de Métodos Cuantitativos Aplicados a la Economía y a la Gestión por brindarme el financiamiento y el lugar para desenvolverme en mi vocación.

Mi agradecimiento a todos aquellos que me concedieron una entrevista o se tomaron el tiempo para responder el cuestionario. Sin ellos no hubiese sido posible la realización de este trabajo.

Agradezco a Javier Castro Spila por su creatividad y por ayudarme a ampliar mi visión de las cosas.

Agradezco a Julieta Barrenechea por su capacidad de comprensión y explicación.

Agradezco a Analía Meo por mostrarme otra perspectiva de análisis y ayudarme a implementarla en la tesis.

Agradezco a Raquel Soto por su minucioso trabajo y dedicación.

Mi agradecimiento a María José Bianco, Verónica García Fronti, Flavia Munafo y Joaquín Bosano por colaborar con diferentes aportes a la realización de esta tesis.

Agradezco a mis amigos que, como siempre, me acompañaron durante estos años.

Agradezco a mi familia por comprenderme siempre.

Agradezco a María por acompañarme durante toda la tesis desde diferentes lugares.

Resumen

Las primeras referencias a la nanotecnología provienen del campo de la ciencia. Las innovaciones - concepto interdisciplinar e idea central en las políticas públicas - que conlleva la aplicación de estas tecnologías en diversos campos, han hecho que las principales potencias comerciales fomenten su desarrollo con la expectativa de que establezca un nuevo paradigma científico y tecnológico. En Argentina, a partir de 2003, empieza a advertirse un fuerte impulso del sector público estatal al desarrollo nanotecnológico. Dentro del planes de políticas públicas en ciencia, tecnología e innovación actual, la nanotecnología es considerada como un área prioritaria, por su potencial y aplicabilidad a sectores estratégicos verticales que presentan oportunidades y desafíos para el país.

Sin embargo, el desarrollo de la nanotecnología, conlleva riesgos que son co-constituidos entre diferentes actores. Para consolidar un desarrollo responsable en el país es necesario estudiar la incorporación de la dimensión social a partir de diferentes espacios. Esto permitiría que los beneficios potenciales que ocasiona se distribuyan en toda la sociedad, al mismo tiempo que los riesgos que conlleva son regulados de una manera más efectiva.

Argentina no implementa un marco de responsabilidad sobre el desarrollo de la nanotecnología y, por lo tanto, es difícil saber si las iniciativas de financiamiento llevadas adelante por el Estado fomentan o no la responsabilidad en este campo.

El objetivo general que propone esta tesis es analizar el desarrollo nanotecnológico local desde un marco de responsabilidad. En el primer capítulo, se presenta el proceso del desarrollo de la nanotecnología a nivel mundial. En el segundo, se analiza la posibilidad de incorporar dicho marco en Argentina. En el tercero, se establece una metodología adecuada para abordar el estado actual del desarrollo nanotecnológico desde este marco y para ello se indaga a los hacedores de política acerca de la responsabilidad a nivel local. Finalmente, en el cuarto capítulo se evalúa la relación entre el financiamiento y el desarrollo responsable de la nanotecnología.

El estudio de campo se inicia con una etapa cualitativa, a la que le sucede una de carácter cuantitativo. En la primera etapa, se interroga mediante entrevistas en profundidad a los hacedores de política acerca de diversas dimensiones que comprenden el desarrollo responsable de la nanotecnología en Argentina. Del resultado de esa instancia, se induce

la hipótesis a contrastar y se constituyen los proyectos como la unidad de análisis que llevan adelante el desarrollo nanotecnológico local de diferentes modos, dando cuenta de distintos grados de responsabilidad. La etapa cuantitativa se vale de un cuestionario para interpelar desde la responsabilidad a los proyectos que recibieron financiamiento público estatal. Con esa información, empleando diferentes modelos econométricos, se testea la hipótesis inducida previamente.

La tesis aporta un modelo para analizar y evaluar el desarrollo nanotecnológico local desde las dimensiones de responsabilidad, lo que constituye una herramienta fundamental de gestión. La clasificación de un proceso como más o como menos responsable, permite anticipar los resultados potenciales de este tipo de desarrollo. Además, refuerza la dimensión inclusiva al posibilitar que accedan a esta información no solo quienes los llevan adelante, sino también quienes los financian -hacedores de políticas- y aquellos que consumen sus resultados -la sociedad en general-. En este sentido, se espera que el modelo de responsabilidad propuesto, sea adoptado al momento de realizar la gestión vinculante con el desarrollo de la nanotecnología en Argentina.

Palabras clave: Nanotecnología - Gestión de innovaciones tecnológicas - Políticas públicas - Responsabilidad

Clasificación JEL: L38 - M14 - O30 - O32

Introducción

Las primeras referencias a la nanotecnología se atribuyen al campo de la ciencia (Drexler, 1986; Feynman, 1959; Taniguchi, 1974). Desde allí, a la definición que se refiere a operaciones en la escala molecular, se ha incorporado las expectativas de innovación que genera su implementación en diferentes áreas. Teniendo en cuenta que la innovación como concepto interdisciplinar, es una idea central en las políticas públicas, la definición brindada desde la ciencia ha sido adoptada, modificada y promocionada por las principales potencias comerciales con la expectativa de que la nanotecnología establezca un nuevo paradigma científico y tecnológico (Roco, Williams, & Alivisatos, 1999).

El optimismo que genera la nanotecnología, se basa en la siguiente lógica. Por tratarse de una tecnología de propósito general (Rosenberg & Trajtenberg, 2004) produce transformaciones productivas, económicas y sociales de gran envergadura en todas las industrias, como lo vienen haciendo las tecnologías de información y comunicación (TIC's) y las biotecnologías. En el caso particular de la nanotecnología, su centro de impulso es la materia, por su potencialidad de modificar sus propiedades e irrumpir en todos los sectores de la economía de manera simultánea. Dadas estas características, la nanotecnología conlleva innovaciones donde se implemente y los beneficios redundarían en una industria más competitiva por reducción de costos y elevación de los niveles de calidad.

Estas promesas agregadas, que están en permanente interacción con las políticas públicas, sostienen las proyecciones futuras, presionan el proceso de asignación de los recursos públicos nacionales y definen el futuro de la sociedad en su conjunto (van Lente & Rip, 1998). Con el fin de movilizar recursos hacia sus proyectos, los nanotecnólogos presentan narrativas que anticipan las agendas de los Estados y formulan promesas estratégicas sabiendo que contribuirán a dar forma a sus prioridades y preocupaciones (Rip, 2010). Ahora bien, dentro del optimismo en cuanto al desarrollo de la nanotecnología convergen la ciencia y la política (Selin, 2007; Stix, 2001), pero para que aquello se convierta en realidad, hace falta la inclusión de un tercer actor, la industria.

Para el desarrollo de una industrial nanotecnológica, hace falta que se concreten dos etapas. La primera está relacionada con la transmisión de conocimientos desde el laboratorio hacia la industria. En la actualidad, si bien no se puede decir que haya

innovaciones disruptivas basadas en el conocimiento científico acerca de la nanotecnología, sí existe la producción de nanomateriales que se incorporan en productos dándole nuevas funcionalidades o reforzando otras que ya poseían. Algunos ejemplos se encuentran en el suministro de alimentos (Agrawal & Rathore, 2014; Garg, 2014; Lyons, Scrinis, & Whelan, 2011; Parisi, Vigani, & Rodriguez-Cerezo, 2014; Prasad, Kumar, & Prasad, 2014), la industria textil (Kakad, Gotmare, & Mhaske, 2015), el campo energético (N. Liu et al., 2014), el suministro de agua potable (Bhattacharya, Saha, Mukhopadhyay, Chattopadhyay, & Chand, 2013; X. Liu, Wang, Zhang, & Pan, 2013; Mittelman, Lantagne, Rayner, & Pennell, 2015), la contaminación urbana (Penza et al., 2014), la medicina (Bertrand, Wu, Xu, Kamaly, & Farokhzad, 2014; Modi, Ghosh, Jana, Watson, & Pahan, 2013; Pouryamout, Dams, Wasem, & Dodel, 2012; Vicedo, 2015; Yao, Yang, & Duan, 2014), la cosmética (Balasubramanian, 2014; Nohynek & Dufour, 2013) y la industria aeroespacial (Leung, Lam, Chong, Hrapovic, & Luong, 2013; Pedai & Astrov, 2014; Zhou et al., 2013).

La segunda etapa para el desarrollo de una industria nanotecnológica, está relacionada con el modo en que se introduce en la sociedad. Más allá de las expectativas y del potencial que conlleva la nanotecnología, forma parte de la realidad que las mismas propiedades que hacen a los nanomateriales atractivos para la innovación, pueden constituirse en una fuente de riesgo. De aquí que, en esta segunda etapa, surja la necesidad de regular la manera en que se introducen esos nanomateriales en la sociedad. La posibilidad de que comporten riesgos específicos a la salud y el medioambiente ha sido objeto de estudio desde que fueron lanzados los grandes programas de nanotecnología dentro de los países más industrializados. Sin embargo, la investigación sobre los riesgos fue sub-financiada en relación a la inversión en investigación para crear nuevos productos. Más allá de este sub-financiamiento, el incremento en la producción y comercio de productos que incorporan nanomateriales y la creciente información científica sobre potenciales riesgos, han sido causas suficientes para que la discusión sobre la regulación de la nanotecnología cobre mayor relevancia en los últimos años.

Hoy en día, opera una gobernanza de facto en el mercado de los nanomateriales que está basada en decisiones cotidianas y que son tomadas por actores disímiles, con intereses en conflicto (Rip, 2010). Por esta razón, es necesario un enfoque diferente para constituir un desarrollo responsable. Los científicos deben interactuar desde el inicio del proceso

innovador con los agentes del mercado, el Estado y el público en general. Reconocer que el desarrollo de nanomateriales depende de las interacciones entre múltiples actores -científicos, políticos, industriales y sociedad en general-, es admitir que el desarrollo de la nanotecnología conlleva riesgos que son co-constituidos. Este tipo de riesgos, no se puede regular de la manera tradicional en la cual los expertos son los responsables de definir cómo hacerlo, sino que se requiere la participación activa de la ciudadanía.

Enfrentar el increíble potencial de la red nanotecnológica y los riesgos asociados inciertos, exige la intervención del Estado a través de políticas que protejan a la sociedad y promuevan un mercado sostenible alineado con sus exigencias. Desde el punto de vista del Estado, este tipo de desarrollo debe servir a fines tales como la reducción de la contaminación, la solución de los problemas sociales y la disminución del consumo eléctrico. En este sentido, son los gobiernos quienes deben afrontar los riesgos que estas innovaciones pueden implicar tanto para los seres humanos (Cui, Tian, Ozkan, Wang, & Gao, 2005; Lam, James, McCluskey, & Hunter, 2004) como para el medioambiente (Colvin, 2003). En este contexto, las políticas estatales ganan importancia como herramientas para proteger la sociedad y promover mercados sostenibles.

El Estado tiene la posibilidad de realizar una regulación incremental a través de la gobernanza de facto existente, abriendo espacio para el diálogo entre las partes. Para ello, es necesario que incorpore la dimensión social que otorgue una participación activa a los ciudadanos en cada una de las instancias del desarrollo de la nanotecnología, desde su promoción, llevada a cabo desde la ciencia y la política, hasta la regulación que se implementa para controlar los riesgos que conlleva su desarrollo. Esto implica la necesidad de incorporar un criterio de responsabilidad sobre el desarrollo de la nanotecnología.

En torno a la discusión sobre este tipo de desarrollo ha surgido el marco de investigación e innovación responsable (RRI) dentro del cual hoy se elaboran las políticas de ciencia, tecnología e innovación dentro de la Comunidad Europea y que, a la vez, constituye una línea transversal dentro del Programa de Financiamiento Horizonte 2020. Dentro de este marco, para alcanzar un desarrollo responsable de la tecnología en general y de la nanotecnología en particular, se requiere contar con organizaciones que permitan la incorporación institucional de cuatro dimensiones -inclusiva, anticipativa, reflexiva y receptiva- a lo largo de todo el desarrollo. Ahora bien, para que tal incorporación se

traduzca en un desarrollo responsable, es necesario que existan motivaciones sustantivas. Es decir, el principal objetivo de la adopción de un marco de responsabilidad debe ser procurar el bienestar de la sociedad en su conjunto. De no ser así, podría interpretarse que la incorporación de estas dimensiones se realiza por motivaciones instrumentales que buscan en la adopción de un marco de responsabilidad, convalidar ciertos fines políticos que se encuentran preestablecidos. Además, para analizar la viabilidad de un desarrollo responsable, es necesario tener en cuenta las características institucionales de cada país en particular.

En Argentina, hace más de veinte años que las políticas públicas en ciencia, tecnología e innovación, se elaboran dentro del marco de los sistemas nacionales de innovación (SNI) (Chudnovsky, 1999; Delvenne & Vasen, 2013). Este marco, elaborado en países con realidades socioeconómicas diferentes a las locales, presupone que las innovaciones crean crecimiento económico y que este último contribuye a la inclusión social. Para que el crecimiento económico contribuya con la inclusión social, es necesario disponer de recursos humanos y financieros, y de las condiciones institucionales adecuadas para poder materializar las potenciales innovaciones que conlleva desarrollar una tecnología de punta. En caso de no contar con ello, la elaboración de políticas públicas dentro del marco de los SNI, puede provocar una situación de dependencia en materia de ciencia, tecnología e innovación.

A partir de 2003, comienza a advertirse un fuerte impulso del sector público estatal al desarrollo de la nanotecnología (Andrini & Figueroa, 2008). El mismo, al igual que en el resto de los países, estuvo vinculado principalmente con el crecimiento económico potencial que conlleva el desarrollo nanotecnológico. En este sentido, dentro del Plan Estratégico Bicentenario (SECyT, 2006), la nanotecnología fue seleccionada como un área temática prioritaria y en la actualidad, el Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación: Argentina Innovadora 2020 (MINCyT, 2011), la considera como un área de potencialidad por su aplicabilidad a sectores estratégicos verticales que presentan oportunidades y desafíos para el país. Es llamativo que en ninguno de los dos planes se ha definido lo que se entiende por nanotecnología. En su lugar, se ha optado por remarcar las potencialidades de su desarrollo considerándola, dentro del último plan, como una tecnología de propósito general.

En el país existe una red de actores vinculados a la nanotecnología (FAN, 2010, 2012) que permite cumplimentar la primera etapa del desarrollo de una industria nanotecnológica vinculada con la transmisión de conocimientos desde el laboratorio hacia la industria. Además, con la inclusión de la nanotecnología como un área prioritaria para las políticas públicas, el Estado ha llevado adelante diferentes iniciativas de financiamiento para suplir la falta de inversiones privadas en el sector. En línea con la segunda etapa de consolidación de una industria nanotecnológica, el Estado también ha llevado adelante iniciativas de articulación, normalización y regulación, vinculadas con esta área. Si bien las iniciativas de financiamiento permanecen vigentes, la apertura de espacios para el debate, es aún una deuda pendiente. Las organizaciones que en su momento intentaron implementar estos espacios permanecen activas, pero la mayoría de ellas ha quitado de la agenda el estudio de la nanotecnología como tema prioritario.

Entendiendo que, como se señalaba, el desarrollo de la nanotecnología conlleva riesgos co-constituidos entre diferentes actores, es necesario retomar el estudio de la incorporación de la dimensión social a partir de diferentes espacios, que permita consolidar un desarrollo responsable en el país. El problema es que, en la actualidad, Argentina no implementa tal marco y, por lo tanto, es difícil saber si las iniciativas de financiamiento llevadas adelante por el Estado fomentan o no un desarrollo responsable.

El objetivo general que se propone esta tesis es analizar el desarrollo nanotecnológico local desde un marco de responsabilidad. Este objetivo general se aborda a través de cinco objetivos específicos. El primero, es comprender el proceso del desarrollo de la nanotecnología a nivel mundial. El segundo, analizar la posibilidad de incorporar un marco de responsabilidad sobre el desarrollo de la nanotecnología en Argentina. El tercero, es establecer una metodología adecuada para estudiar el desarrollo de la nanotecnología a nivel local desde un marco de responsabilidad. El cuarto, es indagar a los hacedores de política acerca de la responsabilidad en el desarrollo de la nanotecnología local. Finalmente, el quinto objetivo es analizar si existe relación entre el financiamiento y el desarrollo responsable de la nanotecnología. Para el cumplimiento de cada uno de ellos, la realización de la tesis se organiza en cuatro capítulos, agrupados en dos partes.

La primera parte que integran los capítulos uno y dos, presenta el corpus teórico de la tesis. En ambos, se estudia el desarrollo de la nanotecnología a nivel mundial y a nivel

local. Se explica entonces por qué es necesario incorporar un marco de responsabilidad sobre su desarrollo y se analizan las posibilidades existentes en el país hacerlo.

El objetivo del primer capítulo es comprender el proceso del desarrollo de la nanotecnología, desde su promoción hasta su regulación. La hipótesis asociada a este capítulo es que el desarrollo de la nanotecnología a nivel mundial no es responsable. Explicando las diferentes instancias de su desarrollo se comprende que los riesgos que conlleva son co-constituidos entre diferentes actores -científicos, políticos, industriales y sociedad en general-. En este sentido, para una regulación efectiva de tales riesgos, se debe hacer partícipe a todos los actores, incluida la sociedad en general. Para lograrlo se requiere un marco de responsabilidad que tenga en cuenta la incorporación activa de la sociedad en la toma de decisiones.

Para argumentar por qué el desarrollo de la nanotecnología a nivel mundial no es responsable, se toman como ejemplos las experiencias en regulación de la nanotecnología que se están llevando adelante dos potencias comerciales: Estados Unidos y la Unión Europea. Se exponen las diferencias entre ambos bloques y tomando como ejemplo el caso de la Unión Europea, se analiza el marco de responsabilidad que allí se implementa en la actualidad. Se explica cómo las dimensiones que propone este marco -inclusión, anticipación, reflexión y recepción- si son incorporadas institucionalmente en y alrededor del desarrollo nanotecnológico, permiten que el mismo sea responsable.

El objetivo del segundo capítulo es analizar la posibilidad de incorporar un marco de responsabilidad sobre el desarrollo de la nanotecnología en Argentina. La hipótesis planteada en este capítulo es que la asignación de fondos públicos dirigidos a la nanotecnología en el país no tiene en cuenta criterios de responsabilidad. En el capítulo se analizan las políticas públicas locales, las iniciativas de financiamiento a la nanotecnología y las diferentes instituciones que permitirían la incorporación efectiva de un marco de responsabilidad sobre su desarrollo. Estas instituciones se encargan de las cuestiones éticas en la ciencia la tecnología y la innovación, y de su regulación. Más allá de que, dada la capacidad institucional del país, sea viable incorporar un marco de responsabilidad sobre el desarrollo de la nanotecnología, el hecho de que éste en la actualidad no exista, imposibilita verificar la hipótesis planteada.

En este segundo capítulo, para probar que la asignación de fondos públicos dirigidos a la nanotecnología en el país no tiene en cuenta criterios de responsabilidad, se realizan dos propuestas. En primer lugar, se propone realizar un estudio que indague acerca de las categorías que se consideraron dentro del término desarrollo responsable, incluyéndolos programas que le dieron el impulso inicial a la nanotecnología. En segundo lugar, se propone elaborar un modelo de responsabilidad que incorpore las dimensiones de inclusión, anticipación y reflexión. De este modo, el modelo sería una herramienta de gestión que, a través de la participación de diferentes actores, facilitaría el desarrollo responsable de la nanotecnología en Argentina. Estas propuestas son llevadas a cabo a través de un estudio que utiliza herramientas cualitativas y cuantitativas que permiten analizar en profundidad la situación local, considerando las dimensiones de un desarrollo responsable.

A partir de una vinculación entre dos hipótesis del corpus teórico de la tesis, una de ellas correspondiente al primer capítulo y la otra al segundo, se estableció la hipótesis general. Las hipótesis mencionadas hacen referencia a que, a nivel mundial, el desarrollo de la nanotecnología no es responsable, y a nivel local, una gran cantidad de fondos públicos son destinados al desarrollo de este sector. Vinculando ambas hipótesis, se deduce la hipótesis general de la tesis: el financiamiento público estatal no está dirigido hacia el desarrollo responsable de la nanotecnología.

Para proceder a la verificación de la misma se debe caracterizar el desarrollo de la nanotecnología como más o menos responsable. Sin embargo, en el país, no existen datos acerca de esta variable. El problema entonces, radica en cómo medir este tipo de desarrollo. Para ello, tomando como referencia las dimensiones contenidas en el concepto de desarrollo responsable de la nanotecnología que se incluyó en los planes de política de diferentes países -ética, riesgo y regulación-, se realiza un trabajo de campo para indagar a los hacedores de política a nivel local. A su vez, tomando como referencia ciertas dimensiones del marco de responsabilidad vigente en la Unión Europea -inclusión, anticipación y reflexión-, se elabora un modelo teórico para medir el desarrollo responsable de la nanotecnología en Argentina.

La segunda parte de esta tesis, presentada en los capítulos tres y cuatro, se realiza un estudio de campo acerca del desarrollo de la nanotecnología en el país desde un marco de responsabilidad. El estudio que se realiza inicia en una etapa cualitativa, a la que le

sucedió una de carácter cuantitativo. En la etapa cualitativa, se interroga a los hacedores de política acerca de diversas dimensiones que comprenden el desarrollo responsable de la nanotecnología en Argentina. En la etapa cuantitativa, se interpela a los proyectos que recibieron financiamiento estatal desde un modelo que emplea la variable *grado de responsabilidad*, construida a tal efecto. La misma, se compone de las dimensiones inclusión, anticipación y reflexión, que se asocian a ciertas características de los proyectos. Para hacerlo, se emplea un cuestionario que permite conocer el modo en que se llevan adelante estos desarrollos. Mientras que en el capítulo tres, se despliega la metodología escogida para estudiar el desarrollo de la nanotecnología a nivel local a partir de un marco de responsabilidad y se indaga a los hacedores de políticas al respecto, en el capítulo cuatro se mide el desarrollo responsable de la nanotecnología en Argentina.

El objetivo del capítulo tres es establecer una metodología adecuada para estudiar el desarrollo de la nanotecnología a nivel local desde un marco de responsabilidad. Al no haber precedentes concretos en el país que estudien este desarrollo, se despliega una estrategia exploratoria y cualitativa que, a través de entrevistas, indaga a los hacedores de política acerca de los riesgos la ética y la responsabilidad en el desarrollo de la nanotecnología local. Al ser un capítulo cualitativo, la hipótesis no se establece a priori, sino que se indujo a partir del análisis de los resultados.

El objetivo del cuarto capítulo es analizar si existe relación entre el financiamiento y el desarrollo responsable de la nanotecnología. En él se desarrolla un modelo que integre las dimensiones de inclusión, anticipación y reflexión para medir el desarrollo responsable de la nanotecnología en Argentina. Tal medición se realiza mediante la implementación de un cuestionario sobre diversos participantes del sector nanotecnológico local. Seguidamente, a través del diseño de un modelo econométrico de regresión múltiple -lineal y no lineal-, se procede a correlacionar las variables: monto de financiamiento y grado de responsabilidad, para testear las hipótesis planteadas.

Tras el cumplimiento de cada uno de los objetivos enunciados, la tesis aporta un modelo que permite analizar el desarrollo nanotecnológico local desde un marco de responsabilidad. Este modelo se constituye como una herramienta fundamental para llevar adelante la gestión del desarrollo responsable en el país. La clasificación de un proceso como más o como menos responsable, permite anticipar los potenciales resultados del desarrollo. Además, refuerza la dimensión inclusiva al posibilitar que

accedan a esta información no solo quienes llevan adelante estos proyectos, sino también quienes deciden financiarlos -hacedores de políticas- y aquellos que consumen sus resultados -sociedad en general-. En este sentido, se espera que el modelo de responsabilidad propuesto, sea adoptado al momento de realizar la gestión vinculante con el desarrollo de la nanotecnología.

1. El desarrollo responsable de la nanotecnología

Introducción al capítulo

Las primeras referencias a la nanotecnología son atribuidas al campo de la ciencia. Desde allí a la definición que se refiere a operaciones en la escala molecular, se han incorporado las perspectivas de innovación que ha generado su implementación en diferentes áreas. Teniendo en cuenta que la innovación como concepto interdisciplinar es una idea central en las políticas públicas, la definición brindada desde la ciencia ha sido adoptada, modificada y promocionada por las principales potencias comerciales, con la expectativa de que la nanotecnología establezca un nuevo paradigma científico y tecnológico. Si bien dentro de este optimismo en cuanto a su desarrollo convergen la ciencia y la política, para que éste se convierta en realidad hace falta la inclusión de un tercer actor: la industria.

El desarrollo de una industria nanotecnológica presenta dos etapas. La primera está relacionada con la transición desde el laboratorio hacia la industria, y la segunda con el modo en que se introduce la nanotecnología en la sociedad. En cuanto a la primera etapa, en la actualidad, si bien no se puede decir que haya innovaciones disruptivas basadas en la nanotecnología, existen nanomateriales que se incorporan en ciertos productos otorgándoles nuevas funcionalidades o reforzando las que ya poseían. Más allá de las expectativas y del potencial real que conlleva, estas mismas propiedades que hacen a los nanomateriales atractivos para la innovación tecnológica pueden constituirse en una fuente de riesgo. De allí que se haga necesario regular, en la segunda etapa de desarrollo de la industria nanotecnológica, la manera en que se introducen y circulan esos nanomateriales en la sociedad.

La posibilidad de que estos nanomateriales comporten riesgos específicos a la salud y el medioambiente ha sido objeto de estudio desde que fueron lanzados los grandes programas de nanotecnología en los países más industrializados. Sin embargo, la investigación sobre sus riesgos fue sub-financiada en relación a la inversión en investigación para crear nuevos productos. No obstante, el incremento en la producción y comercio de productos que incorporan nanomateriales y la creciente información científica sobre los potenciales riesgos que conlleva su introducción en la sociedad, han sido causas suficientes para que la discusión sobre la regulación de la nanotecnología adquiera mayor relevancia en los últimos años. De no alcanzarse una homogenización en

términos de regulación, los parámetros de protección de los diferentes países pueden ocasionar barreras comerciales, dificultando el desarrollo de esta industria y debilitando su financiamiento por parte del sector público.

Las principales potencias comerciales han comenzado a transitar el proceso hacia una necesaria regulación que destrabe esas barreras. La pregunta entonces, recae en el modo de ejercer dicha regulación sobre el desarrollo de la nanotecnología, teniendo en cuenta que la producción de nanomateriales depende de las interacciones de múltiples actores y por lo tanto la nanotecnología es un riesgo co-constituido. Aquí radica el primer paso para comprender la necesidad de incorporar un criterio de responsabilidad a través de la integración de la dimensión social a lo largo del desarrollo de la nanotecnología. En torno a esta discusión surgió el marco de Investigación e Innovación Responsable (RRI) que rige en la actualidad la elaboración de las políticas de ciencia, tecnología e innovación dentro de la Comunidad Europea, y que constituye una línea transversal dentro del Programa de Financiamiento Horizonte 2020. Ahora bien, la incorporación institucional de las dimensiones que hacen efectiva la implementación de este marco, requiere un nivel de compromiso que va más allá de las motivaciones instrumentales en las que se fundamenta la Comunidad Europea en la actualidad.

El objetivo de este capítulo es analizar el proceso de desarrollo de la nanotecnología, desde su promoción hasta su regulación. Considerando que el riesgo asociado al desarrollo de la nanotecnología es un riesgo co-constituido entre diferentes actores, se advierte que una regulación efectiva es posible si se incorpora la dimensión social a lo largo de todo el proceso. Para ello se tendrá en cuenta el recorrido desde el origen de la nanotecnología en la ciencia y su promoción por parte de las políticas públicas, hasta los desafíos que implica el desarrollo de una industria nanotecnológica. Considerando los riesgos para la salud y el medioambiente que la incorporación de estos materiales ocasiona, se describirán los procesos de regulación que están llevando a cabo los Estados Unidos y la Unión Europea. El análisis de las conductas de estos bloques comerciales, permite comprender cuál es la trayectoria a seguir a nivel mundial en materia de regulación nanotecnológica.

El capítulo está organizado en tres apartados. El primero, se analiza el modo en que se realiza la promoción de la nanotecnología a nivel mundial. Se explica el origen del concepto desde el campo de la ciencia y su incorporación en los planes de políticas

públicas de ciencia y tecnología de las dos potencias comerciales: Estados Unidos y la Unión Europea. Se describe el potencial de la nanotecnología y la necesidad de desarrollar una industria para que tal potencialidad se transforme en una realidad. En la parte final del apartado, se presentan los indicadores de la promoción de la nanotecnología. Ante la falta del desarrollo de una industria, éstos se basan en publicaciones científicas y en las patentes.

El segundo apartado analiza los riesgos y las regulaciones de la nanotecnología. Para hacerlo, se presentan en primer término los efectos detectados en la salud y el medioambiente a partir de la introducción de nanomateriales en productos que se comercializan en la sociedad. Se destaca la importancia respecto a la definición de lo que se entiende por nanomateriales y las características de las definiciones adoptadas por los organismos internacionales y regulatorios de Estados Unidos y de la Unión Europea. Finalmente se analizan ciertas diferencias respecto a las regulaciones que ejercen en la actualidad los dos bloques advirtiendo que las mismas, a la vez que afectan el desarrollo comercial de la nanotecnología, ofrecen distintas alternativas a seguir por el resto de los países.

En el tercer apartado, se presenta a la nanotecnología como un riesgo co-constituido y se explica cómo una clasificación de estas características, dará origen al marco de RRI que actualmente se aplica en la Unión Europea para el desarrollo de políticas de ciencia, tecnología e innovación. Se describen las razones instrumentales que influyeron en su inclusión y se argumenta a favor de la incorporación de la dimensión social a partir de motivaciones sustantivas, que permita lograr un desarrollo responsable.

1.1. La nanotecnología

Las primeras referencias a las potencialidades de la nanotecnología provienen del campo de la ciencia. Desde este campo, a la definición etimológica que refiere a operaciones en la escala molecular, se le han incorporado las expectativas de innovación que genera su implementación en diferentes áreas. Teniendo en cuenta que la innovación como concepto interdisciplinar, es una idea central en las políticas públicas, esta definición ha sido adoptada, modificada y promocionada por las principales potencias comerciales con el optimismo de que la nanotecnología establezca un nuevo paradigma científico y tecnológico. Si bien dentro del optimismo en cuanto al desarrollo de la nanotecnología convergen la ciencia y la política, para que se convierta en realidad hace falta la inclusión de un tercer actor, la industria.

Se desarrollará en esta sección el modo en que se realiza la promoción de la nanotecnología a nivel mundial a partir de su incorporación en los planes de políticas públicas de ciencia y tecnología en los bloques comerciales de Estados Unidos y la Unión Europea. A partir del análisis de este potencial, se explica la necesidad de desarrollar una industria para que éste se transforme en realidad. El apartado concluye con la presentación de los indicadores utilizados para promocionar la nanotecnología que están basados en publicaciones científicas y en las patentes, ante la ausencia de un desarrollo industrial que los construya y emplee.

1.1.1. Desde la ciencia a la política

La etimología del término nanotecnología deriva del prefijo nano, proveniente del griego, que hace referencia a la unidad de medida que equivale a la mil millonésima parte de un metro. En esta escala la materia se comporta de manera diferente: químicamente los materiales son más reactivos y físicamente están regidos por nuevas reglas basadas en la mecánica cuántica. Al modificar su comportamiento, cualquier componente que en escala macro o micro posee cierto color, consistencia o determinadas propiedades, a escala nano lo hace de un modo totalmente distinto (The Royal Society & The Royal Academy of Engineering, 2004).

La primera referencia a las potencialidades de la materia en escala nano se atribuyen a la presentación realizada por Richard Feynman en la American Physical Society de

Pasadena, en diciembre de 1959 (Feynman, 1959). Si bien es reconocida como el inicio del desarrollo de la nanotecnología a nivel mundial, la palabra nanotecnología no fue utilizada hasta 1974, donde fue empleada para definir el proceso de separación, consolidación y deformación de materiales manipulando átomos o moléculas (Taniguchi, 1974). En 1980 se estableció una nueva visión de la nanotecnológica, la nanotecnología molecular, entendida como el manejo de átomos o moléculas (Drexler, 1986). El optimismo sobre las potencialidades de la nanotecnológica, condujo a que cientos de investigadores y científicos incursionaran en el área.

Recién en 1999, luego de consultar a expertos en diferentes partes del mundo (Siegel, Hu, & Roco, 1999) se logró cierto grado de aceptación internacional en cuanto a la definición de nanotecnología. Esta última surgida en los Estados Unidos, se basa en el comportamiento novedoso de la materia y la capacidad de los científicos para reestructurarla a una escala de longitud intermedia. A partir de entonces, se establece un cambio conceptual respecto a las definiciones anteriores que se centraban en las características de un tamaño pequeño, la ingeniería de ultra-precisión, ultra-dispersiones, o la creación de patrones de átomos y moléculas en las superficies. A partir de esto, se establece que:

Nanotechnology is the creation and utilization of materials, devices, and systems through the control of matter on the nanometer-length scale, that is, at the level of atoms, molecules, and supramolecular structures. The essence of nanotechnology is the ability to work at these levels to generate larger structures with fundamentally new molecular organization. These “nanostructures,” made with building blocks understood from first principles, are the smallest human-made objects, and they exhibit novel physical, chemical, and biological properties and phenomena. The aim of nanotechnology is to learn to exploit these properties and efficiently manufacture and employ the structures. (Roco et al., 1999, p. 3)

Esta definición proporciona una orientación para el descubrimiento y la innovación, entendiendo a la nanotecnología como algo transversal e intersectorial. En el año 2000, se anuncia en Estados Unidos la creación de la National Nanotechnology Initiative, que comienza a proveer fondos públicos destinados a su desarrollo.(Roco, 2007, 2011). Sin las particularidades que presenta esta definición y sin el impulso económico financiero

otorgado desde el sector público, la nanotecnología no habría sido desarrollada de la forma acelerada en que lo hizo desde entonces (Roco, 2004).

En el año 2004, la definición de nanotecnología era incluida dentro de los planes estratégicos de Estados Unidos y de la Unión Europea¹. La National Nanotechnology Initiative la describía en el propio como:

(...) the understanding and control of matter at dimensions of roughly 1 to 100 nanometers, where unique phenomena enable novel applications. A nanometer is one-billionth of a meter; a sheet of paper is about 100,000 nanometers thick. Encompassing nanoscale science, engineering, and technology, nanotechnology involves imaging, measuring, modeling, and manipulating matter at this length scale. (Nanoscale Science, Engineering and Technology Subcommittee, 2004, p. 3)

Por su parte, la estrategia europea para las nanotecnologías mencionaba que

(...) la nanotecnología se refiere a las actividades científicas y tecnológicas llevadas a cabo a escala atómica y molecular, y a los principios científicos y a las nuevas propiedades que pueden ser comprendidos y controlados cuando se interviene a dicha escala. Estas propiedades pueden ser observadas y explotadas tanto a escala microscópica como macroscópica, por ejemplo, para el desarrollo de materiales e instrumentos con nuevas funciones y prestaciones. (Comisión Europea, 2004, p. 4)

En ambos casos existe consenso respecto a la definición etimológica de la nanotecnología y en cuanto a las potenciales aplicaciones de la misma. Si bien existen quienes distinguen la nanociencia de la nanotecnología (The Royal Society & The Royal Academy of

¹ Japón, Dentro del Segundo Plan Básico de Ciencia y Tecnología (Government of Japan, 2001), fue otro de los países en definir e incorporar de manera temprana la nanotecnología como un área prioritaria para su desarrollo.

Engineering, 2004), dentro de los planes de Estados Unidos y de la Unión Europea ambos conceptos se integran en el de nanotecnología²³.

En esta tesis, la nanotecnología será entendida como una actividad interdisciplinar conjunta que posibilita el estudio, la manipulación, el diseño, la caracterización (actividades referidas a la nanociencia), la producción y la aplicación (actividades referidas a la nanotecnología) de materiales, dispositivos y sistemas, a través del control de la materia a una escala nano. En ella se presentan fenómenos únicos que pueden ser utilizados para nuevas aplicaciones y consecuentemente, para llevar a cabo innovaciones en diversos campos.

En el resto de la sección se analiza cómo el optimismo existente en torno a la nanotecnología, condujo a que las potencias comerciales la adoptaran como un área prioritaria para el desarrollo. Estas expectativas emergen del vínculo entre la ciencia y la política, pero requiere para que se traduzcan a la realidad, la incorporación de un tercer actor: la industria. Desde esta perspectiva, se presentan dos visiones acerca de la conformación de una industria nanotecnológica. Finalmente, se mencionan los indicadores que existen en la actualidad para analizar su evolución, que hacen referencia al avance de la ciencia y al financiamiento otorgado por las políticas públicas a su potencial desarrollo. Su construcción requiere superar la barrera comercial que impone su regulación, de modo que sea posible analizar los ingresos y participación en el mercado que la nanotecnología representa.

1.1.2. Expectativas de la industria nanotecnológica

En las sociedades modernas la innovación como concepto interdisciplinar, es una idea central en las políticas públicas (Godin, 2008, 2010). En este sentido, la nanotecnología y sus posibilidades, no han sido la excepción. Aunque su definición etimológica referida a operaciones en la escala molecular podría carecer de atractivo para las políticas de desarrollo, las expectativas que genero su posible implementación en diferentes campos

² En términos filosóficos ambas prácticas suelen sintetizarse en la Nanotecnociencia, entendida como una práctica de laboratorio innovadora donde la ciencia y la técnica se integran (Nordmann, 2006, 2008).

³ Un año más tarde, la misma Comisión Europea lanzaba su plan de acción en cuyo título distinguía entre los conceptos de Nanociencia y nanotecnología (Comisión Europea, 2005).

condujeron a que las principales potencias comerciales la adopten como un área estratégica en sus planes tecnológicos. Incluso, las posturas más extremas han planteado que la nanotecnología tiene el potencial de inaugurar una nueva revolución industrial (Roco & Bainbridge, 2005).

La lógica de tal optimismo se basa en que, por tratarse de una tecnología de propósito general (Rosenberg & Trajtenberg, 2004), la nanotecnología incorpora transformaciones productivas, económicas y sociales de gran envergadura en todas las industrias, de un modo similar al que lo vienen realizando las tecnologías de información y comunicación (TIC's) y las biotecnologías. En su caso particular, la potencialidad se apoya en la capacidad de modificar las propiedades de la materia e irrumpir en todos los sectores de la economía de manera simultánea. Esta característica introduce innovaciones y beneficios que otorgan mayor competitividad a la industria, como consecuencia de la reducción de costos y la elevación de los niveles de calidad.

Como se afirmara anteriormente, en la visión positiva respecto al desarrollo de la nanotecnología convergen la ciencia y la política (Selin, 2007; Stix, 2001), pero para que ésta pueda concretarse requiere la inclusión de la industria nanotecnológica. El proceso de constitución de esta industria plantea dos etapas. La primera está relacionada con la transición desde el laboratorio hacia la industria. La segunda, con el modo en que se introduce la nanotecnología en la sociedad. Al respecto, la literatura plantea dos posiciones acerca de la evolución y desarrollo de la nanotecnología como industria propia.

Por un lado, se argumenta que el mercado nano está siendo controlado por grandes multinacionales, respaldadas por empresas específicas de investigación y desarrollo (Larédó et al., 2009). Si bien las pequeñas empresas desempeñan un papel importante en la comercialización, esta línea de pensamiento sostiene que los países con más multinacionales tienen más probabilidades de convertir descubrimientos de laboratorio en aplicaciones comerciales (Shapira, Youtie, & Kay, 2010).

Por otro lado, se argumenta que en la organización de la nanotecnología, los spin-off universitarios han jugado un papel destacado. Desde este enfoque se prevé un modelo de desarrollo similar a la biotecnología, con presencia de científicos de renombre, vínculos estrechos entre las universidades y la industria, una organización eficaz de transferencia de tecnología, la creación de empresas basadas en la investigación y el capital riesgo para

financiar las fases iniciales de desarrollo. Este modelo de organización propone y vislumbra una fuerte interconexión con la ciencia donde las aplicaciones para el mercado surjan de la estrecha interrelación entre la comunidad científica y tecnológica (Mayer, 2000).

Lo cierto es que la nanotecnología se encuentra en el estadio inicial de desarrollo y todavía falta acumulación de conocimiento para fomentar innovaciones. En la actualidad los resultados concretos se reducen a la producción de materiales nanoestructurados que se incorporan en productos preexistentes, otorgándoles nuevas funcionalidades o reforzando aquellas que ya poseía. Estos materiales suelen conocerse como nanomateriales.

La producción de los nanomateriales se puede realizar a través de dos métodos diferentes, sustentados en conocimientos provenientes del campo de la física y de la química. El primero, comúnmente identificado como *de arriba hacia abajo* y asociado al trabajo que se realiza desde la física, corresponde a la tecnología necesaria para tallar y ensamblar partes cada vez más pequeñas que permiten armar los dispositivos. El segundo, *de abajo hacia arriba*, refiere a la manipulación y ensamblado de moléculas cada vez más masivas para dar lugar a sustancias con propiedades determinadas. Este último sendero está basado en conocimientos provenientes de la fisicoquímica capaces de manipular distancias del orden de los nanómetros, o sea, dimensiones típicas de moléculas pequeñas.

Este tipo de desarrollo no descarta el papel de la creación de nuevas empresas, pero requiere de un reposicionamiento en relación a la comprensión de la dinámica de un campo emergente (Darby & Zucker, 2003; Zucker & Darby, 2005). Por esta razón, durante las primeras etapas de una nueva industria, estas empresas enfrentan una gran incertidumbre y la circulación del conocimiento equivale a la circulación de los investigadores (Bozeman, Larédo, & Mangematin, 2007; Bozeman & Mangematin, 2004; Hite & Hesterly, 2001).

Se propone analizar entonces, los diferentes indicadores empleados para promocionar la nanotecnología. A pesar de los esfuerzos por identificar los ingresos y la cuota de mercado que ésta representa, en la actualidad los únicos indicadores válidos son aquellos vinculados al sector científico y al financiamiento que desde el sector público se destina a su desarrollo. Se concluye que para la medición de la evolución económica de la nanotecnología es necesario, como primera medida, el desarrollo de una industria

nanotecnológica y éste se encuentra obstaculizado por las dificultades en la comercialización que provoca la ausencia de una normalización en las regulaciones.

1.1.3. La promoción a través de indicadores de la ciencia

En el apartado anterior se concluye que la nanotecnología se encuentra en el estadio inicial de su ciclo de vida. La ausencia de medidas tales como los ingresos, la cuota de mercado y las estadísticas del comercio mundial y consecuentemente, el valor de los productos que incorporan nanotecnología, impiden analizar su actual nivel de desarrollo. Ante la ausencia de este registro formal de datos, se originó de manera temprana el empleo de un modelo de la cadena de valor⁴ de la nanotecnología, que permite estimar los ingresos que genera (Lux Research, 2004). Sin embargo, la imposibilidad de discernir su contribución específica al resto de las industrias o productos en particular, arroja estimaciones que son siempre subjetivas respecto de lo podría aportar (BCC Research, 2014; Lux Research, 2013; RNCOS, 2010; Sargent, 2016).

En este estadio de la nanotecnología, donde convergen la ciencia con las políticas públicas, quizás las medidas más certeras para analizar su evolución son, por un lado, las publicaciones científicas y las patentes, y por el otro, las inversiones que realiza el sector público. En cuanto a estos últimos indicadores, la nanotecnología ha mostrado un progreso significativo y sigue planteando oportunidades concretas de investigación e innovación.

Las publicaciones científicas suelen reflejar los avances en la generación de conocimientos generalmente básicos, y las patentes suelen utilizarse como proxy para medir los desarrollos e innovaciones tecnológicas (Griliches, 1990). Distintos estudios cuantitativos muestran la correlación positiva entre la cantidad de patentes y

⁴ El modelo de la cadena de valor de la nanotecnología, distingue entre nanomateriales, nanointermediarios, productos nanoenriquecidos, y nanoherramientas. Nanomateriales: estructuras de la materia desarrolladas artificialmente con dimensiones inferiores a los 100 nanómetros que exhiben propiedades dependientes del tamaño y que han sido mínimamente procesadas; Nanointermediarios: productos intermedios que no caen en la categoría de nanomateriales ni de productos de consumo final, que incorporan nanomateriales o que han sido construidos con características nanométricas; Productos nanoenriquecidos: productos del final de la cadena de valor que incorporan nanomateriales o nanointermediarios; y nanoherramientas: instrumentos técnicos y software utilizados para visualizar, manipular y modelar la materia a escala nanométrica.

publicaciones ligadas al tema y la aglomeración en zonas geográficas de actores y recursos⁵ (Chen et al., 2013; Leydesdorff & Zhou, 2007). En cuanto a los indicadores que refieren al financiamiento del sector público, éstos son un reflejo de las expectativas y potencial que rodea a la nanotecnología. El problema es que, si las promesas de los beneficios futuros tardan en llegar, el financiamiento de la actividad corre el riesgo de debilitarse.

A pesar del crecimiento exponencial de las publicaciones científicas, la comercialización de la nanotecnología se desarrolla de manera lenta (Andersen, 2011). Mientras que por un lado se advierte que existe un rápido aumento de los productos de las nanotecnologías en el mercado (Project on Emerging Nanotechnologies, 2015; Vance et al., 2015), éste coexiste con el lento desarrollo de su comercialización a gran escala que imposibilita la creación de una industria propia que pueda contar con indicadores formales de ingresos y cuota de representación en el mercado.

Uno de los problemas a superar para acelerar la comercialización, y en consecuencia impulsar el desarrollo de la industria nanotecnológica, es la aprobación de patentes. Si bien esta instancia se encuentra asociada al cumplimiento de ciertos requisitos vinculados a la innovación que representa⁶, los expertos consideran que el sistema mismo de patentamiento, produce hoy en día una limitación cuyo origen son las batallas legales a las que deben enfrentarse para su otorgamiento (F. Murray, Rutt, Ash, & Lian, 2012). Esto genera ciertos temores respecto a que éste obstaculice el avance en la industria tecnológica. También es necesario considerar que un exceso de patentes en el mercado obligará al gobierno a disponer de acciones tendientes a evitar comportamientos

⁵ Para analizar los desarrollos en diversas disciplinas se suele estudiar a las publicaciones científicas a partir de la construcción de distintas clases de indicadores y la ciencia que sistematiza este tipo de estudios, que buscan cuantificar y medir la producción científica, se denomina bibliometría (Okubo, 1997). para el caso de la Nanotecnología ya se han creado algoritmos de búsqueda en las bases de datos internacionales de publicaciones, como el Science Citation Index (SCI), con el fin de identificar aquellas publicaciones relacionados con el tema (Porter et al, 2008).

⁶ Debe poder ser considerado una invención nueva con respecto a todo lo que fue patentado en el pasado; debe tener utilidad; y debe estar bien descrito a manera de demostrar su posesión, entre otras características (Bawa, 2007; Martins et al., 2013).

monopólicos, defendiendo una competencia leal para fomentar una mayor cooperación (Bouchard, 2012).

En las restricciones al comercio provocadas por las dificultades del patentamiento, subyace una limitación aún más amplia, que se refiere a la falta de convención sobre la normalización y la regulación de la nanotecnología por parte de las potencias comerciales a nivel mundial. Al respecto, en el siguiente apartado se analizan los riesgos que conlleva el desarrollo de la nanotecnología y las regulaciones que aplican las potencias comerciales a nivel mundial: Estados Unidos y Europa.

1.2. Los riesgos y la regulación

Junto a las expectativas y potencial que hacen más atractivos a los nanomateriales, se encuentra la fuente de riesgo que ellos representan. La posibilidad de que su empleo comporte amenazas a la salud y al medioambiente, ha sido objeto de estudio desde que fueron lanzados los grandes programas de nanotecnología de los países más industrializados. Como consecuencia de la creciente investigación científica respecto a los efectos de su circulación en la sociedad, en los últimos años se comenzó a discutir en torno a una regulación que destrabe las barreras que obstaculizan su circulación y comercialización. La pregunta entonces, es cuál es el modo de ejercer una regulación sobre el desarrollo de la nanotecnología.

Para profundizar en estos aspectos, en este apartado se analizan y presentan los riesgos y regulaciones de la nanotecnología. Para hacerlo se describe lo detectado hasta el momento como efecto de la circulación de los nanomateriales incorporados a los productos. Se requiere entonces definir qué se entiende por nanomateriales y el modo en que son caracterizados por los organismos internacionales y regulatorios de Estados Unidos y de la Unión europea. Cierra este apartado una comparación respecto a las regulaciones que ejercen en la actualidad ambos bloques comerciales, con la conclusión de que estas diferencias a la vez que afectan el desarrollo comercial de la nanotecnología, ofrecen dos alternativas a seguir por el resto de los países.

1.2.1. Los riesgos en la salud y en el medioambiente

Más allá de las expectativas y del potencial de la nanotecnología, lo que sí forma parte de la realidad es que las mismas propiedades que hacen a los nanomateriales atractivos para la innovación tecnológica pueden constituirse en una fuente de riesgo. La posibilidad de que estos nanomateriales comporten riesgos específicos a la salud y el medioambiente ha sido objeto de estudio desde que fueron lanzados los grandes programas de nanotecnología de los países más industrializados.

Aunque las iniciativas estadounidense y europea en nanotecnología enfatizaron desde su lanzamiento la necesidad de evaluar los riesgos de los nanomateriales, lo cierto es que la investigación fue sub-financiada en relación a la inversión destinada a la investigación para crear nuevos productos, lo que generó una brecha de conocimiento. A pesar de ese

desfase, en las agendas de investigación existe un corpus creciente de literatura científica sobre riesgos de nanomateriales manufacturados.

Una de las primeras áreas investigadas por los toxicólogos señala los daños causados por la inhalación de nanopartículas. Dichas partículas pueden causar daños en los pulmones originados por largos períodos de exposición y producir dificultades para respirar en el largo plazo. Como los nanotubos son altamente resistentes, los anticuerpos no pueden disolverlos y mueren en el intento, aumentando en consecuencia el tejido depositado en los pulmones (Donaldson et al., 2002; Donaldson, Li, & MacNee, 1998; Lam et al., 2004). A partir de la facilidad con que las partículas ultra finas podrían entrar al cuerpo humano por diversas vías, generando efectos adversos para la salud, se recomendó expandir las investigaciones en nanotoxicología (Donaldson, Stone, Tran, Kreyling, & Borm, 2004; Oberdörster, Oberdörster, & Oberdörster, 2005).

En igual sentido, una vez que las nanopartículas son absorbidas por la piel, entran en contacto con los vasos sanguíneos causando el mismo riesgo que la ingesta (Monteiro-Riviere & Inman, 2006).

Avanzados los estudios en el marco de la disciplina de la nanotoxicología, se identificaban mayores riesgos que las nanopartículas generaban sobre la salud. En esta línea se demostró que algunas de ellas, pueden inclusive atravesar los conductos respiratorios, cruzar las barreras hematoencefálica y placentaria, afectar el metabolismo celular, e inclusive provocar daños y modificaciones al ADN (Schulte & Salamanca-Buentello, 2007). Otra conclusión surgida de la investigación, demostró que los nanotubos de carbono podían comportarse como las fibras de asbesto, produciendo mesotelioma (Poland et al., 2008).

En lo que concierne a los impactos negativos de los nanomateriales sobre el medioambiente, se ha demostrado que algunas nanopartículas - como las de cobre o las de plata- pueden ser dañinas para la vida acuática. Las partículas podrían ser absorbidas rápidamente por las plantas y el suelo o ser transportadas a grandes distancias a través del aire o del agua. Estos estudios nos ponen en una situación de alerta frente a los posibles riesgos involucrados (Colvin, 2003; Hassellöv, Readman, Ranville, & Tiede, 2008; Moore, 2006; Nowack & Bucheli, 2007).

A pesar del aumento de estudios disponibles, no existe aún consenso sobre los resultados, ni sobre las metodologías más adecuadas que se deben emplear para abordarlos. La mayor parte de las investigaciones realizadas se concentran en la toxicidad de diferentes tipos de nanomateriales, pero aún son muy escasos los estudios sobre exposición que permitan determinar los riesgos a la salud y al ambiente (Savolainen et al., 2010; Trout & Schulte, 2010). En este sentido, hay un considerable vacío de conocimiento sobre la caracterización de nanomateriales, sus efectos e inclusive, sobre procedimientos de examen y equipos (Grieger, Hansen, & Baun, 2009).

Aún con estas limitaciones, la información científica disponible permite afirmar que las nanopartículas comportan un determinado nivel de riesgos (Kulinowski, 2009; Maynard et al., 2006). Generalmente, se sostiene el argumento de que el mayor peligro proviene de las nanopartículas incorporadas en objetos de consumo masivo (The Royal Society & The Royal Academy of Engineering, 2004; Throne-Holst, 2012). Teniendo en cuenta que éstas son utilizadas en un número cada vez mayor de productos que se ponen en contacto directo con la piel y se desechan en el medioambiente, los mismos gobiernos que impulsaron el desarrollo de la nanotecnología, han aumentado el financiamiento de la investigación sobre seguridad de los nanomateriales para la salud y para el ambiente (National Nanotechnology Initiative, 2016; Roco, Mirkin, & Hersam, 2011).

Precisamente, las mismas potencias comerciales que impulsaron el desarrollo de la nanotecnología, son ahora las que comienzan a regularlas de alguna forma. Lideran estas acciones la Unión Europea y los Estados Unidos.

1.2.2. La importancia de la definición de los nanomateriales

Como se analizó previamente, si bien no es posible afirmar la presencia de innovaciones nanotecnológicas, existen en la actualidad nanomateriales que se incorporan en diferentes productos otorgándoles nuevas funcionalidades o reforzando aquellas que ya poseía. La ausencia de consenso en cuanto su definición incrementa la dificultad de regular su producción y circulación.

Por este motivo surge la necesidad de definir qué se entiende por nanomaterial desde una perspectiva legal, que permita ser empleada en este tipo de instrumentos de un modo claro e inequívoco y que posibilite su implementación, disponiendo de técnicas de medición

apropiadas y que acuerde métodos y procedimientos para su aplicación. Teniendo en cuenta el potencial desarrollo de un mercado mundial para la nanotecnología, una definición a nivel nacional debería estar en consonancia con las iniciativas internacionales, como por ejemplo aquellas de la Organización Internacional de Normalización (ISO)⁷ y de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE)⁸.

La elaboración de una definición jurídica basada en la ciencia implica un importante reto, dado que demanda tanto la comprensión de estos nuevos materiales como las tecnologías de medición e imagenología necesarias para evaluarlos y que se encuentran en un proceso de evolución constante. Al respecto, una definición demasiado laxa podría imponer requisitos específicos que no son relevantes para los nanomateriales. Por otra parte, una definición demasiado estrecha podría permitir la entrada de nanomateriales en el mercado sin someterlos a una adecuada evaluación de riesgos y medidas de gestión.

Existen dos criterios para la definición de nanomaterial que se encuentran dados por el tamaño y por las propiedades de las nanopartículas⁹. La mayoría de las definiciones consideran al indicador tamaño -entre 1 y 100 nanómetros- como criterio práctico que permite precisarlo. Sin embargo, este atributo no considera que un valor de corte fijo no reconoce que las propiedades evolucionan gradualmente y los valores umbral reales de toxicidad dependen del tipo de nanomaterial. Además, la mayoría de los nanomateriales no están compuestos de tamaños de partícula uniformes. Por estos motivos, las definiciones basadas en el criterio del tamaño dependen de la identificación de un valor de corte adecuado. Al respecto, los científicos coinciden en que el valor de corte de 100 nm es un umbral arbitrario y no científico.

⁷ En 2005, la ISO creó el Comité Técnico (TC) 229 que es el principal responsable de los trabajos de normalización relacionados con las nanotecnologías. Varios de los participantes de este comité, también forman parte del Comité Técnico 352 del Comité Europeo de Normalización (CEN).

⁸ En 2006, la OCDE estableció el Grupo de Trabajo sobre Nanomateriales Manufacturados (WPMN) en el marco del Programa Conjunto de Productos Químicos de la OCDE. Este grupo es el principal referente en temas de nanotecnología dentro de la organización.

⁹ Un criterio adicional, es el umbral de nanopartículas en la muestra; sobre este existe un debate entre 10 y 50 por ciento.

Otro indicador se refiere a las propiedades novedosas. Por ejemplo, si las nanopartículas son mayores a los 100 nanómetros, pero manifiestan propiedades novedosas, deben ser clasificadas como tales. Sin embargo, este criterio de definición, también tiene sus falencias. Por ejemplo, algunos mecanismos de toxicidad parecen depender sólo del tamaño del material, independientemente de sus propiedades. Dichos materiales corren el riesgo de quedar fuera del alcance de una definición basada en la propiedad (y por lo tanto están excluidos de los requisitos legales relacionados) si el enfoque se centra únicamente en propiedades específicas.

El resultado de estas diferencias de criterios es lo que produce que al día de hoy no exista una definición común de lo que se entiende por nanomaterial y consecuentemente se vea dificultada su regulación. Para lo que algunas organizaciones es un nanomaterial, para otras, no lo es (Lövestam et al., 2010). Por ejemplo, a nivel mundial la ISO define a los nanomateriales utilizando el criterio del tamaño. Este criterio se ha utilizado como base para la definición que emplea la OCDE. Ninguna de estas dos organizaciones ha considerado el criterio de las propiedades de los nanomateriales.

En Estados Unidos no existe una denominación única y reglamentaria de lo que se entiende por nanomaterial. Varias agencias usan definiciones de trabajo centradas en criterios que se basan en el tamaño y en las propiedades. La Agencia de Protección Ambiental (EPA) utiliza una definición afirmando que las propiedades de los nanomateriales se pueden comportar de diferente manera en un mayor tamaño (EPA, 2012). Por su parte, la Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (FDA) se refiere a los nanomateriales caracterizándolos tanto por su tamaño como por sus propiedades distintivas (FDA, 2014).

La Unión Europea emitió una definición de nanomateriales en 2011 (Comisión Europea, 2011a), convirtiéndose en la única jurisdicción con una denominación homogénea. En la práctica, sin embargo, varias legislaciones utilizan otras -como la de cosméticos y la de alimentos- de manera que de hecho, tampoco en la Unión Europea hay uniformidad.

"Nanomaterial" means a natural, incidental or manufactured material containing particles, in an unbound state or as an aggregate or as an agglomerate and where, for 50 % or more of the particles in the number size

distribution, one or more external dimensions is in the size range 1 nm - 100 nm.

In specific cases and where warranted by concerns for the environment, health, safety or competitiveness the number size distribution threshold of 50 % may be replaced by a threshold between 1 and 50 %... "particle", "agglomerate" and "aggregate" are defined as follows:

(a) "Particle" means a minute piece of matter with defined physical boundaries;

(b) "Agglomerate" means a collection of weakly bound particles or aggregates where the resulting external surface area is similar to the sum of the Surface areas of the individual components;

(c) "Aggregate" means a particle comprising of strongly bound or fused particles." (Comisión Europea, 2011a)

Si bien se han realizado informes para indicar el alcance de una posible revisión sobre ésta definición (Rauscher et al., 2015; Rauscher, Roebben, Amenta, Aschberger, et al., 2014; Rauscher, Roebben, Amenta, Boix Sanfeliu, et al., 2014), se ha considerado que no existen modificaciones importantes ni cambios de alcance, sino más bien pequeñas aclaraciones en el texto y formas de facilitar su aplicación. Por lo tanto, en la actualidad, los elementos principales de esta definición se mantienen igual. El hecho de que la Unión Europea haya establecido una definición común sobre los nanomateriales, implica un avance y un facilitador para iniciar los procesos de regulación.

Se presentan a continuación, los procesos que sobre este punto están llevando adelante Estados Unidos y la Unión Europea. Los mismos, si bien se encuentran impulsados por la creciente comercialización de productos que incorporan nanomateriales y el aumento de información acerca de los riesgos que conlleva su introducción en la sociedad, buscan marcar una tendencia en el tema, que fortalezca las relaciones internacionales y permita establecer una dinámica de comercio a este campo.

1.2.3. La regulación en Estados Unidos y en la Unión Europea

La discusión sobre la regulación de la nanotecnología ha cobrado relevancia en los últimos años. Como se ha analizado hasta aquí, las razones que motivaron este hecho se fundamentan en el incremento en la producción y comercio de productos que incorporan nanomateriales y en la creciente información científica sobre potenciales riesgos a la salud y al medioambiente que conlleva su introducción y circulación en la sociedad. Ambas razones se entrelazan, toda vez que los parámetros de protección pueden implicar barreras comerciales. Por tal motivo, es necesaria una regulación que destrabe dichas barreras. En este sentido, los mismos países que han impulsado en forma temprana el desarrollo de la nanotecnología, iniciaron los procesos que conduzcan a su regulación. Sin embargo, al no haber establecido reglamentaciones homogéneas, el comercio internacional puede verse perjudicado.

La cuestión clave que relaciona la dinámica industrial con la regulación, es que los nanomateriales no son en general productos de consumo. Se trata de bienes intermedios que son utilizados por otras industrias y que posibilitan la innovación en procesos fabriles tradicionales de producción masiva. Este hecho, dificulta una regulación directa (Doubleday, 2007; Rafols, van Zwanenberg, Morgan, Nightingale, & Smith, 2011; RCEP, 2008; Rip, 2010; Rip & Van Amerom, 2009). Para superar este obstáculo, los países que han mostrado las iniciativas más tempranas en regulación de nanomateriales, utilizan hoy los marcos legales aplicables a los químicos. En los Estados Unidos el cuerpo reglamentario es la Toxic Substances Control Act (TSCA) de la Environmental Protection Agency (EPA), y en la Unión Europea, el Reglamento (REACH) de la Agencia Europea de Sustancias y Mezclas Químicas (ECHA). En algunos casos, se hacen ajustes específicos para los nanomateriales, pero no hay una normativa explícitamente diferente porque se considera que la general, aplicada a los químicos, es suficiente.

Más allá de esta similitud, ambos bloques comerciales muestran diferencias significativas en cuanto a la regulación de la nanotecnología. La principal y que podría llegar a afectar el comercio entre ambos bloques, radica en la inclusión del principio de precaución sobre la regulación. Este principio, que es parte de la legislación europea, señala que cuando existen indicios de que una actividad representa una amenaza o peligro para la salud humana y/o para el ambiente, deben adoptarse medidas precautorias, aun cuando no existan relaciones causales establecidas científicamente (Art 191). En el caso de la

nanotecnología, como existe incertidumbre respecto a la toxicidad de los nanomateriales, se recomienda utilizar el principio precautorio (European Union Legislation, 2000; Hansen, Maynard, Baun, & Tickner, 2008; RCEP, 2008; United Nations, 1992)

Estados Unidos se oponen a este principio, argumentando que representa una traba al comercio (Sunstein, 2005; Wiener & Rogers, 2002). Según la legislación de este país, para que un producto sea retirado del mercado o bloqueada su entrada, debe demostrarse que implica riesgos científicamente comprobados. El principio que Estados Unidos contrapone al de precaución, es el de evidencia substancial. Este último surgió de los juicios entablados por corporaciones químicas contra organizaciones civiles, para desechar información que conectaba producto y enfermedad. Al respecto, las corporaciones distinguían la ciencia que ellos legitimaban –que denominan ciencia sólida (sound science) –, de la ciencia respaldada por las organizaciones de consumidores – ciencia chatarra (junk science)-. El concepto de evidencia substancial se cristalizó en el llamado Libro Rojo del National Research Council en 1983, y a partir de entonces se emplea en los Estados Unidos como instrumento jurídico.

Además de esta diferencia en cuanto a la inclusión del principio de precaución, existen diferencias relativas a la información y su transparencia. La regulación de Estados Unidos presupone que el productor lanza al mercado productos que no son tóxicos y, por tanto, no requiere ofrecer información al público. Cuando se trata de nuevos químicos tóxicos, el productor debe incluir información toxicológica; en la práctica esto no ocurre y se aduce confidencialidad empresarial. Esta situación ha llevado a algunos críticos a hablar de “no data no harm” en los Estados Unidos, en claro contraste con la política de “no data no market” de la Unión Europea, donde el productor debe obligatoriamente ofrecer información toxicológica al registrar sus productos.

Estas y otras diferencias en la concepción de los riesgos y las formas de actuar frente a ellos por parte de los dos bloques económicos, constituyen el motivo principal que dificulta el comercio y la inversión. Los procesos de regulación, si bien se encuentran impulsados por la creciente comercialización de productos que incorporan nanomateriales y la creciente información sobre los riesgos que conlleva su introducción en la sociedad, tienen como finalidad marcar una tendencia y fortalecer relaciones de comercio internacionales, que permitan el desarrollo dinámico en este campo. En este

sentido, cada bloque busca establecer alianzas regulatorias con otros países para hacer hegemónica su posición.

El recorrido analítico realizado hasta aquí, lleva a concluir que la regulación que propone sobre la nanotecnología la Unión Europea impone requisitos más elevados que los aplicados por los Estados Unidos. Este hecho, sumado a los esfuerzos realizados por establecer una definición común de los nanomateriales, permiten advertir que las regulaciones que se establecen en el bloque europeo persiguen objetivos con metas sociales por sobre las económicas. Sin embargo, es necesario tener en claro que también existen en este bloque, instituciones con diferentes misiones que presionan por interpretar la legislación de una forma u otra: privilegiar reglamentaciones que salvaguarden la salud y el medioambiente, o flexibilizar las legislaciones y normativas de modo a facilitar el libre comercio.

El apartado que sigue analiza el surgimiento del marco RRI dentro del cual se realizan las políticas de ciencia, tecnología e innovación en la Unión Europea. Se busca comprender si su implementación responde a motivaciones instrumentales, con el fin de darle legitimidad a ciertos intereses políticos y económicos, o si por el contrario su adopción responde a motivaciones sustantivas, que buscan lograr un verdadero desarrollo responsable de la ciencia, la tecnología y la innovación.

1.3. La inclusión de la dimensión social

Considerar la nanotecnología como un riesgo co-constituido es el primer paso para comprender la necesidad de incorporar un criterio de responsabilidad, a través de la integración de la dimensión social en su regulación. En torno a esta discusión ha surgido el marco de RRI, dentro del cual se elaboran en la actualidad las políticas de ciencia, tecnología e innovación en la Comunidad Europea y a la vez constituye una línea transversal dentro del Programa de Financiamiento Horizonte 2020, principal programa de financiamiento a la investigación y desarrollo de la Comunidad. La incorporación institucional que requiere hacer efectivo la implementación de este marco, demanda un nivel de compromiso que va más allá de las motivaciones instrumentales en las que actualmente se basan las acciones de la Comunidad Europea.

En este apartado se describe y fundamenta la caracterización de la nanotecnología como un riesgo co-constituido. Se explica la relación entre este tipo de interpretación y el surgimiento del marco de RRI de aplicación europea en sus políticas, y las motivaciones instrumentales que motorizaron este proceso. Al respecto, se argumenta en favor de incorporar una dimensión social a partir de motivaciones sustantivas, que permitan alcanzar un desarrollo responsable.

1.3.1. La nanotecnología como un riesgo co-constituido

En las sociedades modernas, donde la innovación como concepto interdisciplinar es una idea central de las políticas públicas, existe una irresponsabilidad organizada (Beck, 1991). Esta afirmación responde a que el elemento que caracteriza las innovaciones, es que sus efectos posteriores sobre la sociedad son inciertos. La división moral del trabajo¹⁰ 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.

¹⁰ La división moral del trabajo es un fenómeno general en nuestra sociedad que refiere a una división de las obligaciones y compromisos. Particularmente en la ciencia, los científicos tienen la obligación moral de trabajar hacia el progreso de la sociedad. Este mandato es legítimo, siempre y cuando los científicos entreguen lo que se prometió, manteniendo la integridad de la ciencia (Rip & Shelley-Egan, 2010).

En sociedades en las que existe un contrato social entre científicos e innovadores y la sociedad en general (Guston, 2000; Owen et al., 2013), las innovaciones tecnológicas se presentan como una configuración segura en lo inmediato, con altas expectativas de beneficios futuros y riesgos difusos. Así, los científicos obtienen una libertad relativa para llevar a cabo sus tareas e innovar, mediante el financiamiento provisto por la sociedad que, como contraparte, recibe la expectativa de crecimiento, desarrollo y generación de valor.

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 sociedad¹¹. 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 (Throne-Holst, 2012). Esta falta de límites tradicionales, hace que este nuevo fenómeno sea relativamente difícil de manejar por las instituciones políticas de la modernidad clásica porque la responsabilidad se diluye (Beck, 1999). Por esta razón, hace falta comprender el proceso de co-constitución del riesgo que conlleva el desarrollo de la nanotecnología.

En la actualidad, el control de los riesgos tecnológicos recae en manos de los técnicos, dejando de lado toda práctica participativa. Las últimas décadas muestran un fenómeno global, en el que éstos han realizado un normativismo prematuro, que los condujo a implementar políticas improvisadas que solidifican diferencias, pero que fracasaron en los objetivos que supuestamente buscaban. Sin embargo, es necesario comprender que el desarrollo de nanomateriales depende de la interacción entre múltiples actores, y por lo tanto no es controlable desde una regulación de arriba hacia abajo. En este contexto es que se entienden los riesgos como un proceso co-constituido y por lo tanto, incluir una dimensión social se convierte en un requisito clave. Esta dimensión implica darle participación activa de los ciudadanos, que son quienes eligen a los funcionarios, pagan impuestos, son consumidores y actúan a través de organizaciones no gubernamentales.

¹¹ En particular, la nanomedicina debido a sus implicancias éticas y sociales, fue vista como el punto de partida para incorporar la responsabilidad sobre la nanotecnología (Von Schomberg, 2007).

Frente al increíble potencial e inciertos riesgos asociados a la nanotecnología, las políticas de Estado cobran fundamental importancia para proteger a la sociedad e impulsar un desarrollo responsable. Se requiere entonces una gestión de abajo hacia arriba, que dé cuenta de las interacciones entre las diferentes dimensiones (ciencia, política, industria y sociedad), y su gobernanza de facto (Rafols et al., 2011). No comprender esta lógica puede conducir a que la conciencia política sea radicalmente alterada a través de la experiencia de la catástrofe. En particular, una catástrofe tecnológica llevará a repensar todos los riesgos que lleva implícitos la innovación. Ante una situación de este tipo, lo primero que surge es un pánico colectivo frente a cualquier utilización de tecnología y una sobrevaloración del principio precautorio. Luego de un tiempo, es importante realizar un proceso reflexivo que permita proponer y articular protocolos y regulaciones sobre los usos de la tecnología. Por eso, a diferencia de las reacciones urgentes frente a las crisis, como habitualmente proceden los funcionarios, es necesario plantear la importancia de analizar las contradicciones del presente, remarcando el camino hacia una práctica política que incluya la participación ciudadana en los procesos globales de decisión (Benhabib, 1986).

La comprensión precautoria del riesgo que conllevan la ciencia, la tecnología y la innovación, sumada al entendimiento de la nanotecnología como un riesgo co-constituido, ha llevado a introducir el marco de RRI para el desarrollo de las políticas de la Unión Europea. Desde esta perspectiva, y aún con ciertos reparos sobre ella, la solución no implica prescindir de una división moral del trabajo, sino incorporar a ésta las responsabilidades de los diferentes actores. En este sentido, reconocer a la nanotecnología como un riesgo co-constituido, es el primer paso para comprender la necesidad de incorporar esa dimensión social en su regulación, entendido como el único camino para lograr un desarrollo responsable.

1.3.2. La responsabilidad y el marco de RRI

El acrónimo RRI tiene su origen en la palabra responsable, que se incluyó en los programas de investigación en nanotecnología (Comisión Europea, 2004, 2005; Nanoscale Science, Engineering and Technology Subcommittee, 2004). 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 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, las consideraciones éticas, legales y las cuestiones sociales involucradas en ella.

En Europa, las consideraciones éticas, legales y las cuestiones sociales vinculadas al desarrollo responsable de la nanotecnología, asociaron la integración de la dimensión social mediante procesos deliberativos. La elección de esta alternativa para la recomendación de políticas en nanotecnología (Barben, Fisher, Selin, & Guston, 2008; Macnaghten, Davies, & Kearnes, 2010; Mantovani & Porcari, 2010; Rip & Shelley-Egan, 2010) ha llevado a la realización de estudios que advierten sobre la necesidad de apertura, transparencia y participación pública para su abordaje (Gavelin, Wilson, & Doubleday, 2007). De este modo, el surgimiento de la responsabilidad en la nanotecnología en particular y en la innovación en general, se ha plasmado en el principio de la inclusión, que propone la participación de todos los actores -ciencia, política, industria y sociedad civil- a lo largo del proceso de innovación. El resultado de tal proceso para el área específica de la nanotecnología, llevó a la elaboración de un código de conducta (Comisión Europea, 2008; Von Schomberg & Davies, 2010).

La vinculación entre responsabilidad en las innovaciones e integración de la dimensión sociedad a lo largo del proceso condujo a que en 2007, en el marco del 7mo Programa Marco de Investigación Europea, el área Ciencia y Sociedad, se transformara en 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. Planteado el vínculo entre la responsabilidad en las innovaciones y la participación a lo largo de este proceso, se analizará el surgimiento del concepto de RRI en el discurso político europeo.

En mayo 2011, en el marco del “Research workshop on Responsible Research & Innovation in Europe” (Comisión Europea, 2011b), aparece por primera vez en la esfera política el acrónimo RRI. Sin embargo, no es hasta el año 2012 que este concepto se incorpora fuertemente en el discurso de la Comunidad Europea. En el mes de abril de ese año, durante la conferencia "Science in Dialogue Conference – Towards a European

Model for Responsible Research and Innovation"¹², la Comisaria de Investigación, Innovación y Ciencia, Máire Geoghegan-Quinn, (Geoghegan-Quinn, 2012), ponía énfasis en que el Programa Marco de Investigación Europea: Horizonte 2020 apoyaría la innovación (e investigación) responsable a través de seis áreas clave: Engagement, Gender equality, Science education, Open Access, Ethics y Governance. En julio del mismo año, durante el “Responsible Research and Innovation: Europe’s ability to respond to societal challenges”, la definición de RRI desde la Comunidad Europea quedaba plasmada en las siguientes palabras:

Responsible Research and Innovation means that societal actors work together during the whole research and innovation process in order to better align both the process and its outcomes, with the values, needs and expectations of European society. RRI is an ambitious challenge for the creation of a research and innovation policy driven by the needs of society and engaging all societal actors via inclusive participatory approaches. RRI is now a cross-cutting issue of Horizon 2020. (Comisión Europea, 2012, p. 1)

Sin embargo, ya en mayo de 2011 -una semana posterior a la primera aparición en la esfera política de RRI- durante el evento “Franco-British workshop on responsible innovation” (Comisión Europea, 2011b; Owen, Macnaghten, & Stilgoe, 2012), ocurrieron dos acontecimientos relevantes para la línea de investigación que vincula Ciencia y Sociedad y la definición de RRI. En primer lugar, se había anunciado una transformación del plan de acción Ciencia en Sociedad hacia uno nuevo que se denominaría Ciencia para la Sociedad, con la Sociedad (Laroches, 2011). En segundo lugar, se había propuesto la siguiente definición del de RRI:

Responsible Research and Innovation is a transparent, interactive process by which societal actors and innovators become mutually responsive to each other with a view to the (ethical) acceptability, sustainability and societal desirability of the innovation process and its marketable products (in order

¹² Morten Østergaard, el ministro danés de Ciencia y Educación, re-hizo hincapié en la evolución de la ambición a nivel de políticas para apoyar "la mejor ciencia para el mundo" y no sólo "la mejor ciencia en el mundo".

to allow a proper embedding of scientific and technological advances in our society). (Von Schomberg, 2011, p. 9)

Este segundo acontecimiento estableció una definición temprana de lo que implicaba RRI y planteó una discusión sobre el modo de estudiar e implementarlo en la práctica. Si bien ambas definiciones coinciden en la idea de que RRI es un proceso en el cual deben trabajar de manera conjunta la sociedad en general y la ciencia (científicos e innovadores), la diferencia radica en las motivaciones para adoptar un marco responsable en lo que respecta a la investigación y a la innovación. De esta diferencia, surgen dos aproximaciones diferentes para abordar el marco de RRI (Pellé & Reber, 2016).

1.3.3. El desarrollo responsable

Para abordar el estudio del desarrollo responsable de la nanotecnología, se pueden plantear dos enfoques relacionados de manera directa con las definiciones presentadas previamente. El criterio que establece una diferencia entre ambos se encuentra en las motivaciones que subyacen dentro de los procesos que describen cada una de ellas. Puntualmente, son divergentes en cuanto a motivaciones instrumentales y motivaciones sustantivas. Las primeras señalan que el proceso de participación ciudadana sirve únicamente para proveer una inteligencia social, que ayude a cumplir determinados objetivos políticos pre-acordados. Las segundas por su parte, refieren a la posibilidad de que las decisiones políticas se coproduzcan con el público, de manera tal que incluyan la diversidad de conocimiento y valores sociales (Fiorino, 1989; Stirling, 2005; Sykes & Macnaghten, 2013)¹³.

Estas motivaciones se pueden situar en el proceso del cual surgió el concepto de RRI, junto con la evolución de la línea de acción que hoy lleva el título Ciencia con y para la Sociedad, que integra el Programa Marco de Investigación Europea: Horizonte 2020. El título del plan de acción se divide en las frases: Ciencia para la sociedad y Ciencia con la Sociedad. Se desprende de ello que existe una diferencia radical entre las motivaciones que subyacen y que caracterizan el proceso de RRI (Owen et al., 2012). Concretamente,

¹³ Según los autores, existe un tercer tipo de motivaciones, las normativas, que refieren a lo que hay que hacer por razones de democracia, equidad y justicia. Para los propósitos de esta tesis, la distinción entre motivaciones instrumentales y sustantivas es suficiente.

cuando se piensa en la frase *Ciencia para la sociedad*, se pone el foco en la investigación y la innovación dirigidas hacia los retos sociales, avalados por una democracia deliberativa a través de consenso. Éste brindaría el apoyo social necesario para el cumplimiento de los compromisos de política establecidos en la Estrategia Horizonte 2020. Por esta razón, la frase *Ciencia para la sociedad*, daría cuenta de que la participación ciudadana sirve únicamente para cumplir objetivos políticos pre-acordados, y que existen motivaciones instrumentales y no sustantivas.

Sin embargo, la frase *Ciencia con la sociedad* implica que, ante las diferentes visiones y posturas de los actores, el consenso tiene que dar lugar a una necesaria reflexividad ética (Rip & Shelley-Egan, 2010). Ésta se encuentra condicionada por el papel de las instituciones; por lo tanto lograr una *Ciencia con la sociedad*, requiere aperturas a nivel institucional y para alcanzarlas es necesario una modernización reflexiva de la sociedad (Beck, Lash, & Giddens, 1997). En la frase *Ciencia con la sociedad*, y teniendo en cuenta que la investigación y la innovación se desarrollan de manera incierta, el foco se encuentra en la necesidad de establecer una dirección para responder a las demandas sociales. Aquí RRI exige la capacidad de dar una respuesta institucional para que las decisiones políticas se coproduzcan con el público, de manera tal que representen auténticamente la diversidad de conocimientos y valores sociales. Por este motivo, la frase *Ciencia con la Sociedad* apela a motivaciones sustantivas.

Ambas definiciones provienen del campo político de la Comisión Europea y sus referentes sugieren que tales propuestas poseen motivaciones no solamente instrumentales, sino también sustantivas (Laroche, 2011; Von Schomberg, 2011). Sin embargo, en la definición de 2012, el énfasis se encuentra en caracterizar a RRI como un desafío para la creación de una política en investigación e innovación, impulsada por las necesidades de la sociedad y con la participación de todos los actores a través de enfoques participativos e incluyentes. En ella, la investigación y la innovación apuntan a cumplir los retos sociales de Europa, avalada por una democracia deliberativa a través de consenso. Así, en la propuesta de una *Ciencia para la Sociedad*, RRI es vista explícitamente como un instrumento que puede ser alcanzado a través de la incorporación de seis dimensiones que orientan los proyectos de ciencia e investigación.

En cambio, en la definición del 2011, el énfasis está puesto en la responsabilidad mutua de todos los participantes (sociedad e innovadores) a lo largo del proceso de innovación.

Con el adjetivo *responsable*, en esta definición, se busca extender la responsabilidad científica a fin de incluir los impactos sociales futuros dentro de todo el proceso de la innovación. Existe aquí la posibilidad de que las decisiones políticas se coproduzcan con el público de una manera tal, que encarnen y representen la diversidad de conocimientos y valores sociales. Compatible con esta definición, que propone tanto una *Ciencia para la sociedad* como una *Ciencia con la sociedad*, hay un marco de responsabilidad que sugiere cuatro dimensiones para incorporar institucionalmente (anticipativa, reflexiva, deliberativa y receptiva)¹⁴ en y alrededor de la ciencia y la innovación (Owen et al., 2013).

La incorporación institucional de las dimensiones sugeridas por este último enfoque requiere un nivel de compromiso diferente a la adopción de las seis dimensiones propuestas por la Comunidad Europea¹⁵. Para tal implementación es necesario diferenciar RRI, de las innovaciones de mercado¹⁶. En este sentido, se busca con RRI contribuir al bienestar humano por sobre el crecimiento del PBI¹⁷, entendiendo que las partes

¹⁴ Anticipatoria, porque requiere describir y analizar todos los impactos que pueden surgir, ya sea económicos, sociales, ambientales u otros. Reflexivo, porque se debe reflexionar sobre los finalidades, motivaciones e impactos; y un análisis franco sobre lo que se sabe y sobre lo que no (riesgos, áreas de desconocimiento). Deliberativo, porque nos impone incluir diversas visiones, propósitos, motivaciones, cuestionamientos, mediante procesos de diálogo, compromisos y debates, de forma de incorporar las perspectivas de todos los agentes involucrados. Receptivo, porque debe ser un proceso inclusivo y abierto al aprendizaje (Owen et al., 2013; Owen, Macnaghten, & Stilgoe, 2012).

¹⁵ Dentro del Programa de Marco de Investigación Europea: Horizonte 2020, la línea de acción lleva el título *Ciencia con y para la Sociedad* ha adoptado definición establecida en 2012 (Comisión Europea, 2015, 2016).

¹⁶ La contraposición básica a una innovación de mercado, es una innovación social. El análisis de la inclusión de RRI en las políticas de innovación, y el proceso de reflexión institucional que implica, lleva su vez a reflexionar sobre los propósitos de RRI como una innovación en sí misma. RRI, manteniendo una división moral del trabajo, innova los roles y las responsabilidades de los actores involucrados a lo largo del proceso de investigación e innovación. De este modo, RRI puede ser considerada como una innovación social (Rip, 2014), entendiendo este tipo de innovaciones como una solución a un problema social que es creativa, eficaz e inclusiva y que trasciende los contextos institucionales establecidos (Howaldt & Schwarz, 2010; Mumford, 2002; R. Murray, Caulier-Grice, & Mulgan, 2010; Rip, 2014).

¹⁷ Esta distinción ha llevado a que la innovación se contraponga con el estancamiento (Guston, 2015) y que se lleva a analizar la responsabilidad de un estancamiento (De Saille & Medvecky, 2015).

interesadas comparten su compromiso con los objetivos socialmente deseables (Deblonde, 2016; Von Schomberg, 2016). Todo esto implica un cambio en las ideas centrales de los sistemas de investigación e innovación conocidos e implementados hasta el momento, bajo la denominación de Sistemas Nacionales de Innovación (Freeman, 1995; Godin, 2009; Lundvall, 1992; Nelson, 1993), que mantienen la idea de los modelos lineales de innovación (Godin, 2006).

Para un desarrollo responsable es necesario entonces incorporar la dimensión social a lo largo de todo el proceso de la nanotecnología, que va desde la promoción hasta su regulación. A su vez, este tipo de desarrollo permitiría que los beneficios potenciales de la nanotecnología se distribuyan en la sociedad, al tiempo que los riesgos que conlleva son regulados de una manera más efectiva. Lograr un desarrollo responsable implica superar las restricciones que imponen las políticas realizadas dentro de los Sistemas Nacionales de Innovación (SNI). Para ello es necesario contar con organizaciones que permitan la incorporación institucional de las dimensiones que sugiere el enfoque de responsabilidad, asociado a la inclusión de la dimensión social a través de motivaciones sustantivas.

Conclusión del capítulo

En este capítulo se planteó que el desarrollo de nanomateriales depende de las interacciones entre múltiples actores y por lo tanto el desarrollo de la nanotecnología puede clasificarse como un riesgo co-constituido. Se concluyó entonces que, para que su desarrollo sea responsable, es necesario incorporar la dimensión social. Tal inclusión se refiere a darle participación activa de los ciudadanos, en cada una de las instancias del desarrollo de la nanotecnología. Éstas incluyen desde la promoción que lleva a cabo la ciencia y la política, hasta la regulación que se implementa para controlar los riesgos que conlleva el desarrollo de su industria.

Un desarrollo responsable permitiría que los beneficios potenciales de la nanotecnología se distribuyan en toda la sociedad al tiempo que los riesgos que conlleva son regulados de una manera más efectiva. Para lograr un desarrollo responsable de la nanotecnología, es necesario contar con organizaciones que permitan una la incorporación institucional de las dimensiones que sugiere el enfoque de responsabilidad asociado con una inclusión de la dimensión social a través de motivaciones sustantivas.

Se analizó el recorrido desde el origen de la nanotecnología en la ciencia y su adopción y promoción por parte de las políticas públicas, hasta los desafíos y riesgos que implica el desarrollo de una industria nanotecnológica. Entendiendo que la inclusión de nanomateriales sobre productos que se comercializan implica riesgos sobre la salud y el medioambiente, se analizaron los procesos de regulación que llevan a cabo las potencias comerciales de los Estados Unidos y la Unión Europea. De reconocer el riesgo co-constituido que ella implica y la necesidad de incorporar un criterio de responsabilidad a través de la integración de la dimensión social en la regulación, la Unión Europea produjo el marco de investigación e innovación responsable (RRI) que rige sus políticas de ciencia, tecnología e innovación.

Sin embargo, teniendo en cuenta la experiencia de la Unión Europea, se ha concluido que el marco que implementa en la actualidad, incluye la dimensión social por motivaciones instrumentales. Esto significa que se incorporan procesos deliberativos donde puede participar la ciudadanía con el único propósito de convalidar fines políticos que ya se encontraban preestablecidos de antemano. En este sentido el marco RRI, compatible con las ideas de los SNI, no permiten un verdadero desarrollo responsable de la

nanotecnología, ya que las metas económicas se siguen anteponiendo a los objetivos sociales del desarrollo de una tecnología de punta.

El próximo capítulo analiza el caso particular del desarrollo nanotecnológico en Argentina. Teniendo en cuenta que desde hace más de veinte años las políticas de ciencia, tecnología e innovación dentro del país se realizan dentro del marco de los SNI, las políticas de nanotecnología no han sido la excepción. Se plantean las restricciones de recursos e institucionales para llevar adelante un desarrollo responsable y se detallan las líneas de financiamiento otorgadas por el Estado con el fin de desarrollar una industria nanotecnológica. También se describen algunas de las organizaciones que se encuentran activas en el país y que permitirían la creación de espacios para que la ciudadanía participe a lo largo del desarrollo de la nanotecnología. Éstas serían las encargadas de incorporar institucionalmente las dimensiones que promuevan un desarrollo responsable, a partir de motivaciones sustantivas. Teniendo en cuenta que en la actualidad la discusión del desarrollo responsable en Argentina es una cuenta pendiente, el objetivo del capítulo es realizar una propuesta que contribuya a iniciar su estudio.

2. Las políticas y el desarrollo responsable de la nanotecnología en Argentina

Introducción al capítulo

En materia de elaboración de las políticas en ciencia, tecnología e innovación, nuestro país trabaja desde hace más de veinte años dentro del marco de los sistemas nacionales de innovación (SNI) (Chudnovsky, 1999; Delvenne & Vasen, 2013). Éste fue elaborado en países con realidades socioeconómicas diferentes a las de Argentina y presupone que las innovaciones generan crecimiento económico que contribuye a la inclusión social. Pero para que el vínculo crecimiento económico - inclusión social se produzca, es necesario disponer de recursos (humanos y financieros) y de las condiciones institucionales adecuadas para poder materializar las potenciales innovaciones que conlleva desarrollar una tecnología de punta. En el caso de no contar con estos factores, la elaboración de políticas públicas dentro del marco de los SNI puede provocar una situación de dependencia en materia de ciencia, tecnología e innovación, ya que se tendrían que importar los recursos.

Las políticas vinculadas con la nanotecnología en el país se han elaborado en el marco de los SNI. La ausencia local tanto de recursos financieros propios suficientes, como de condiciones institucionales necesarias para que su desarrollo sea responsable, ha obstaculizado que sus beneficios potenciales se distribuyan en la sociedad y que los riesgos asociados que conlleva sean regulados de una manera efectiva. Para lograr un desenvolvimiento responsable de la nanotecnología, hay que comenzar por superar las restricciones institucionales que impiden incorporar la dimensión social en la toma de decisiones. Considerando el carácter co-constituido de los riesgos que ésta ocasiona, se plantea necesario contar con organizaciones que permitan la participación activa de la ciudadanía en la toma de decisiones a lo largo de todo el proceso que implica su desarrollo, desde la promoción hasta la regulación.

Con la inclusión de la nanotecnología como área prioritaria para las políticas públicas, el Estado ha llevado adelante diferentes iniciativas, tanto en lo que respecta al financiamiento como a la articulación, normalización y regulación vinculadas al área. Mientras las iniciativas de financiamiento permanecen vigentes buscando consolidar una industria nanotecnológica, la apertura de espacios para el debate en cuanto a la articulación, normalización y regulación, constituye una tarea pendiente. Aun cuando las

organizaciones que en su momento intentaron abordar esta temática permanecen activas, la mayoría de ellas ha quitado de la agenda el estudio de la nanotecnología como tema prioritario. Retomar el estudio sobre la incorporación de la dimensión social a partir de diferentes espacios, es necesario para poder consolidar un desarrollo responsable de la nanotecnología en el país.

El objetivo de este capítulo es analizar la posibilidad de incorporar algunas características del marco de responsabilidad en el desarrollo de la nanotecnología en Argentina. Para hacerlo, se presentan las políticas públicas de nanotecnología realizadas en el país dentro del marco de los SIN, indicando las restricciones que surgen de elaborar políticas propias a partir de un marco teórico importado. Se señala al respecto que las limitaciones de recursos e institucionales, impiden crear un desarrollo dentro del marco de responsabilidad necesario para que tanto los beneficios potenciales como los riesgos, sean administrados de una manera más efectiva. Se analizan también las organizaciones existentes que posibilitarían superar tales restricciones, creando espacios para incluir la dimensión social a lo largo del desarrollo de la nanotecnología.

El capítulo se divide en tres apartados. En el primero, se analiza el marco en el que se realizan las políticas de ciencia, tecnología e innovación en general, y de nanotecnología en particular. En una primera parte se explica la adopción de marco de los SNI y las restricciones que éste presenta. La segunda parte se aboca al análisis del empleo de este marco en las políticas de nanotecnología. Teniendo en cuenta que las limitaciones financieras influyen en su adopción, se presentan los diferentes canales de financiamiento que utiliza la Agencia Nacional de Promoción de Ciencia y Tecnología (ANPCyT) y alternativas que permitirían superar tal restricción. Considerando que la restricción financiera que impone la adopción de este marco para el desarrollo de la nanotecnología, en la tercera parte, se analizan diferentes canales de financiamiento que utiliza la Agencia Nacional de Promoción de Ciencia y Tecnología (ANPCyT) para superar esta restricción.

En el segundo apartado se analizan las organizaciones existentes en el país que posibilitarían el desarrollo responsable de la nanotecnología. En primer lugar, se describen las acciones llevadas adelante por la Fundación Argentina de Nanotecnología (FAN) como iniciativa estatal más interesante para el desarrollo nanotecnológico. En segundo lugar, se describe la intervención del Comité Nacional de Ética en la Ciencia y la Tecnología (CECTE) en el desarrollo de la nanotecnología y su vinculación con la

Unión Europea. Finalmente, se hace mención de los diversos organismos de normalización y regulación que tienen o tuvieron alguna vinculación con el desarrollo de la nanotecnología en el país: 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).

En el último apartado se realiza una propuesta para estudiar e implementar el desarrollo responsable de la nanotecnología en Argentina. Para ello se analiza en primer término, la necesidad de incorporar un marco de responsabilidad sobre las políticas de nanotecnología en el país. En una segunda parte, considerando los canales de comunicación abiertos con diferentes organizaciones desde su creación, se propone a la FAN como el lugar adecuado para incorporar la dimensión social a lo largo de todo el desarrollo de la nanotecnología. Concluye este apartado con la propuesta de un estudio que contemple las categorías vinculadas con el financiamiento, con los riesgos, y con las consideraciones éticas, legales y sociales involucradas al desarrollo.

2.1. El sistema nacional de innovación

Desde hace más de veinte años, nuestro país elabora sus políticas en ciencia, tecnología e innovación dentro del marco de los sistemas nacionales de innovación (SNI). La nanotecnología no ha sido la excepción al respecto. Su empleo supone la existencia de recursos humanos y financieros, además de ciertas condiciones institucionales cuya ausencia, puede presentar obstáculos para alcanzar un desarrollo responsable. Teniendo en cuenta que la mayor parte de la investigación en ciencia y tecnología que se realiza en el país se lleva adelante con fondos públicos, involucrar a la ciudadanía en las decisiones adoptadas es una condición necesaria para que el desarrollo sea responsable.

En este apartado se analiza el marco en el que se realizan las políticas de ciencia, tecnología e innovación en general, y de nanotecnología en particular. En la primera parte, se describe la adopción del marco de los SNI y la necesidad de recursos financieros y de condiciones institucionales para que los beneficios económicos asociados al desarrollo de una tecnología en particular, sean aprovechados por toda la sociedad. En la segunda parte, se analiza su empleo en las políticas públicas de nanotecnología. Considerando que en el país existe una restricción financiera que dificulta el desarrollo de la nanotecnología, el tercer apartado analiza diferentes canales de financiamiento de la Agencia Nacional de Promoción de Ciencia y Tecnología (ANPCyT) en pos de superar esta restricción.

2.1.1. Las políticas públicas

A partir de la segunda mitad de la década de 1990, Argentina adoptó el marco conceptual de los SNI para la elaboración de los planes de políticas públicas en ciencia, tecnología e innovación (Delvenne & Vasen, 2013).

El análisis literario en profundidad ha llevado a vincular sus orígenes con los Sistemas Nacionales de List (Freeman, 1995; List, 1841). Sin embargo en la actualidad, es aceptado que los SNI se asocian a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) (Godin, 2009), relacionado a economistas evolucionistas europeos y norteamericanos. Dentro de este marco, el crecimiento económico y la competitividad que presuponen las innovaciones, son objetivos centrales. Entre las diferentes definiciones de los SNI, las siguientes podrían ser consideradas las más relevantes:

(...) the network of institutions in the public and private sectors whose activities and interactions initiate, import, modify and diffuse new technologies. (Freeman, 1987, p. 5)

(...) the elements and relationships which interact in the production, diffusion and use of new, and economically useful, knowledge... and are either located within or rooted inside the borders of a nation state. (Lundvall, 1992, p. 2)

(...) a set of institutions whose interactions determine the innovative performance... of national firms. (Nelson, 1993, p. 4)

El elemento común en estas definiciones, radica en el énfasis que otorgan a la interacción entre instituciones relacionadas de un modo u otro con la innovación. Se considera entonces, no sólo aquellas vinculadas al sector público, laboratorios y universidades, sino también a las organizaciones financieras, el sistema educativo en general, los organismos reguladores gubernamentales y los que participen en el proceso de innovación.

En este marco, Argentina presenta el Plan Plurianual 1998-2000¹⁸, cuyo objetivo explícito es el desarrollo y fortalecimiento del Sistema Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación (Chudnovsky, 1999; GACTEC, 1997). En 2001, la Ley de Ciencia, Tecnología e Innovación (Ley N° 25.467) profundiza esta perspectiva, cuando expresa en su Capítulo I, Artículo 4°:

Estructurase el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, que estará constituido por los órganos políticos de asesoramiento, planificación, articulación, ejecución y evaluación establecidos por la presente ley; por las universidades, el conjunto de los demás organismos, entidades e instituciones del sector público nacional, provincial, municipal y de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y del sector privado que adhieren a esta norma, que realicen actividades sustantivas vinculadas al desarrollo científico, tecnológico, innovador, de vinculación, financiamiento, formación y perfeccionamiento

¹⁸ En cuanto a planes de políticas públicas de ciencia y tecnología en el país, el antecedente previo se remonta a 1971, año en que la Secretaría del Consejo Nacional de Ciencia y Técnica elaboró un Plan Nacional de Ciencia y Técnica 1971-1975. A partir de ese momento, y hasta mediados de la década de 1990, no hubo ningún plan que orientase las políticas públicas de ciencia y tecnología del país.

de recursos humanos, así como sus políticas activas, estrategias y acciones.
(*Senado y Cámara de Diputados de la Nación Argentina, 2001, p. 2*)

Estas acciones consolidan el SNI como marco para las políticas públicas locales. Como en el resto de América Latina, su adopción sin bases empíricas propias, motiva el establecimiento de una agenda normativa sobre lo que debía suceder (Arocena & Sutz, 2000; Delvenne & Vasen, 2013)

Tras varios proyectos para diseñar la política de ciencia, tecnología e innovación¹⁹, se lanzó en el 2006 el Plan Estratégico Bicentenario. Uno de sus principales objetivos fue articular el Sistema Nacional de Innovación (SECyT, 2006) y para lograrlo, la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva crea el Programa Transversal Integrador del Sistema Nacional de Innovación (PROTIS).

En la actualidad el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva²⁰, en los Lineamientos Estratégicos 2012-2015 del Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, Argentina Innovadora 2020, plantea como objetivo general:

(...) impulsar la innovación productiva, inclusiva y sustentable sobre la base de la expansión, el avance y el aprovechamiento pleno de las capacidades científico-tecnológicas nacionales, incrementando así la competitividad de la economía y mejorando la calidad de vida de la población, en un marco de desarrollo sustentable. (MINCyT, 2011, p. 38)

Para dar cumplimiento al mismo, se propone el siguiente objetivo específico:

¹⁹ Plan nacional de ciencia, tecnología e innovación 2002. Ministerio de Educación. Secretaría para la Tecnología, la Ciencia y la Innovación Productiva (2001); Plan nacional de ciencia, tecnología e innovación productiva: propuesta para el debate. Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología. Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (2003); Bases para un plan estratégico de mediano plazo en ciencia, tecnología e innovación 2005-2015. Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología. Secretaría de Ciencia Tecnología e Innovación Productiva (2005)

²⁰ En el 2007, se produjo la transformación de la Secretaría de Ciencia y Tecnología en el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, incrementando la importancia de las políticas estatales en estas actividades.

Fortalecer aspectos fundamentales del SNCTI (recursos humanos, infraestructura, organización, procedimientos, articulación y coordinación) a fin de dotarlo de capacidad suficiente para atender las demandas productivas y sociales como asimismo de potenciar su eficacia y eficiencia operativa a través de la generación de mayores complementariedades, reducir contradicciones y optimizar la utilización de recursos. (MINCyT, 2011, p. 38)

Aun cuando ambas proposiciones hacen referencia a metas sociales, se entiende que éstas derivarían de adoptar el marco de los SNI, ya que se da por sentado que las innovaciones que su aplicación produce crean crecimiento económico y este último contribuye a la inclusión social. Pero dentro del contexto local, con realidades socioeconómicas distintas a aquellos países donde se desarrolló el marco de los SNI, anteponer las cuestiones económicas a las sociales puede perpetuar la dependencia en materia de ciencia, tecnología e innovación (O'Donnell, 2004; Vila Seoane, 2014).

Si bien hace mención de ciertas metas sociales, el problema surge al tener en cuenta que, al adoptar el marco de los SNI como medio para cumplir esas metas, se da por sentado que las innovaciones crean crecimiento económico y que este último contribuye a la inclusión social. Dentro del contexto local, con realidades socioeconómicas distintas a aquellos países donde se desarrolló el marco de los SNI, anteponer las cuestiones económicas a las sociales puede perpetuar la dependencia en materia de ciencia, tecnología e innovación (O'Donnell, 2004; Vila Seoane, 2014), ya que se importan los recursos necesarios para llevar adelante los desarrollos impulsados desde las políticas públicas.

Para evitar este inconveniente, es necesario superar ciertas restricciones vinculadas con la gestión de inversiones. En Argentina, con una tendencia opuesta a aquellos países donde surgió el marco analítico de los SNI, la mayoría de las investigaciones en ciencia y tecnología se realiza con fondos públicos (Sábato & Botana, 1970). Considerando este hecho, si no se analiza en profundidad el modo de desarrollo de las políticas en ciencia, tecnología e innovación, se podría agravar la situación de desigualdad social, excluyendo a gran parte de la sociedad de los procesos de innovación que se realizan con sus propios fondos.

2.1.2. El sistema nacional de nanotecnología en Argentina

En 2003 comienza a advertirse en Argentina un fuerte impulso desde el sector público estatal, orientado al desarrollo de la nanotecnología (Andrini & Figueroa, 2008). Como en el resto de los países, éste estuvo vinculado principalmente con el crecimiento económico potencial que se percibe que ésta traerá aparejado. En este sentido, dentro del Plan Estratégico Bicentenario (SECyT, 2006), la nanotecnología fue seleccionada como un área temática prioritaria y en la actualidad, el Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación: Argentina Innovadora 2020 (MINCyT, 2011) la señala como un área de potencialidad por su aplicabilidad a sectores estratégicos verticales, que presentan oportunidades y desafíos para el país. Es llamativo que en ninguno de los dos planes se ha definido qué se entiende por nanotecnología. En su lugar, se ha optado por remarcar sus potencialidades y dentro del último plan, se la indica como una tecnología de propósito general.

La trayectoria de desarrollo de la nanotecnología en el país, se encuentra ampliamente detallada en la literatura académica (Andrini & Figueroa, 2008; Foladori, 2016; L'Hoste, Hubert, Figueroa, & Andrini, 2015; Vila Seoane, 2011). También se han realizado diversos trabajos de consultoría financiados tanto por el Estado Nacional como por organizaciones extranjeras, para detallar su situación actual (Barrere & Matas, 2013; FAN, 2010, 2012; Fischer et al., 2013; MINCyT, 2009a, 2012, 2016).

Teniendo en cuenta que a nivel nacional se utilizan los mismos indicadores que a nivel internacional (inversión del sector público, patentes y publicaciones científicas), la evolución de su desarrollo en el país es evidente. Sin embargo, la cuestión que queda por analizar es la manera en que ese desarrollo se produce. En este sentido, el modo de implementar políticas en este sector es una variable fundamental.

Como se afirmaba anteriormente, en el país las políticas vinculadas con la nanotecnología no son una excepción a la regla general de las políticas de ciencia, tecnología e innovación. De hecho, realizando un recorte desde los SNI hacia los sistemas tecnológicos (Carlsson & Stankiewicz, 1991), y teniendo en cuenta la intensidad con la que se aplicaron políticas de nanotecnología en el último tiempo, se ha desarrollado el concepto de Sistema Nanotecnológico Argentino (SNA) o Sistema Nacional de Nanotecnología (Vila Seoane, 2011, 2014). El SNA, es entendido como el conjunto de

actores, redes e instituciones que llevan a cabo actividades relacionadas con la generación, difusión y utilización de la nanotecnología en el país.

Sin embargo, hay que tener en cuenta que la elaboración del concepto analítico del SNA, resulta principalmente del fuerte impulso que el sector público estatal le ha brindado en los últimos años, pero ello no implica que exista una industria nanotecnológica de la cual deriven claros beneficios económicos. Por lo pronto, la nanotecnología en Argentina despierta el interés del sector público, que ha decidido destinar a ella una gran cantidad de fondos, y de los sectores académicos, quienes son los principales receptores de esos fondos (Salvarezza, 2011). Respecto al resto de la sociedad, sólo es posible advertir un incipiente interés en los sectores productivos y aún está lejos de lograrse algún tipo de inclusión social.

Para que esto último suceda, es necesario un desarrollo responsable de la nanotecnología. Avanzar en este sentido requiere superar las restricciones al financiamiento de una tecnología de punta y aquellas de tipo institucional, que hagan posible la participación activa de la ciudadanía en el proceso de toma de decisiones. Tales restricciones pueden ser pensadas como el producto del conjunto de reglas que se determinan a partir de diferentes organizaciones, y que marcan el camino a seguir en cuanto al modo en que se desarrolla la nanotecnología. En Argentina, donde las bases empíricas de la nanotecnología son débiles, e incluso podría decirse que la decisión de desarrollar esta tecnología de punta es una importación directa (Foladori, 2006), no superar estas limitaciones, no solo impiden un desarrollo responsable, sino que puede llegar a perpetuar la dependencia en la materia.

Teniendo en cuenta que en Argentina los recursos financieros han suscitado un problema a lo largo de la historia, se analizan a continuación las políticas de financiamiento específico a la nanotecnología. En particular, se presentarán los instrumentos que existen en diferentes fondos de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT) dirigidos a ella. En el siguiente apartado, se realiza un análisis de las

organizaciones existentes en el país que podrían contribuir a superar las restricciones institucionales es que impiden el desarrollo responsable de la nanotecnología²¹.

2.1.3. El financiamiento

La Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT) es un organismo perteneciente al Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MINCYT) encargado de otorgar financiamiento a proyectos innovadores con el objetivo de mejorar las condiciones sociales, económicas y culturales de la Argentina. Es el brazo ejecutor de las políticas del Ministerio y la encargada de financiar lo que se decida desde las políticas de ciencia, tecnología e innovación. En este sentido, es quien se ocupa de superar las restricciones de recursos financieros que supone el desarrollo de una tecnología de punta, a través del direccionamiento efectivo de los fondos. Es necesario destacar que estos fondos provienen del tesoro nacional, en particular de operaciones de crédito externo y de cooperación internacional, y por lo tanto un uso inefectivo de los mismos puede profundizar la dependencia en materia de ciencia y tecnología.

En el caso puntual de la nanotecnología, la ANPCyT financia proyectos con el objetivo de constituir una industria y de este modo materializar sus beneficios potenciales. Si bien la ANPCyT cuenta con diversos fondos²², aquellos que mediante algún instrumento específico otorgan financiamiento directo a la nanotecnología, son el Fondo para la Investigación Científica y Tecnológica (FONCYT), el Fondo Tecnológico Argentino (FONTAR) y el Fondo Argentino Sectorial (FONARSEC). Sus recursos están orientados a emprendedores independientes, becarios, investigadores, instituciones y empresas.

El financiamiento otorgado por el FONCYT se destina a proyectos de investigación básica y aplicada, desarrollados por investigadores pertenecientes a instituciones públicas y

²¹ El análisis de las restricciones de recursos humanos, queda fuera del alcance de esta tesis. Una idea para abordar este análisis, es el estudio de las políticas llevadas a cabo por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET), políticas que, por el momento, no tienen definida una línea específica de nanotecnología.

²² El Fondo para la Investigación Científica y Tecnológica (FONCYT), el Fondo Tecnológico Argentino (FONTAR), el Fondo Argentino Sectorial (FONARSEC), el Fondo Fiduciario de Promoción de la Industria del Software (FONSOFT) y la Unidad Presidencia (PRESIDENCIA).

privadas sin fines de lucro. Los primeros recursos del FONCyT para la nanotecnología datan del año 2003, y surgieron del Programa de Modernización de Equipamiento de Laboratorios de Investigación (PME). El mismo tenía como objetivo financiar la adquisición o la mejora de equipos y la renovación de la infraestructura de los laboratorios o centros que atendieran a problemas identificados como relevantes.

Las primeras redes de nanotecnología en Argentina se conformaron al año siguiente a través del Programa de Áreas de Vacancia (PAV) (Andrini & Figueroa, 2008). Con este programa se buscaba financiar instituciones público-privadas sin fines de lucro que tuvieran como fin la investigación científico-tecnológica. Los proyectos debían estar constituidos por al menos cuatro subproyectos de grupos responsables, radicados en al menos cuatro provincias, dos de ellas pertenecientes a las regiones de Cuyo, Nordeste, Noroeste o Patagonia (Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología, 2003). Este requisito contribuyó positivamente en la conformación de las redes, ya que permitía lograr la articulación y transferencia de conocimientos científicos-tecnológicos entre las distintas provincias del país. Sin embargo, el problema que presentaban las redes del PAV es que carecían de una articulación con el sector empresarial. Por esta razón, la oferta de conocimiento no culminaba en la elaboración de un producto para el mercado que atendiese a las demandas sociales, sino que, por el contrario, el proceso de investigación concluía en la generación de ciencia y tecnología no aplicada.

Para intentar subsanar la falta de aplicabilidad del conocimiento científico tecnológico, el Programa de Áreas Estratégicas (PAE) presentado en el año 2006, estableció como requisito la incorporación de empresas que trabajaran en conjunto con los grupos de investigación. El programa buscaba aportar soluciones a problemas productivos y sociales.

En los casos de proyectos orientados a alcanzar impacto en la producción de bienes y servicios, podían presentarse al menos tres entidades público-privadas sin fines de lucro que tuvieran entre sus objetivos la investigación científica y tecnológica y que estuvieran vinculadas con aquellas empresas del sector económico cuyo problema se pretendía resolver. Para los casos de proyectos con impacto social, los centros de investigación debían incluir una o más entidades representativas de la sociedad civil vinculadas al problema y sector social respectivo (Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología, 2006).

Con esta medida se logró que la investigación científica y el desarrollo tecnológico atendieran los problemas productivos y sociales definidos en el Plan Estratégico Bicentenario. Sin embargo, a las empresas e instituciones público-privadas no se les exigía una utilización empresarial del proyecto que hubieran financiado; sólo debían mostrar cierto interés en el mismo. Por este motivo, las investigaciones no siempre conducían al desarrollo de productos para el mercado.

A pesar de los intentos sostenidos por lograr la transferencia productiva de la ciencia básica, las empresas no siempre desarrollaban productos para el mercado ya que la aplicación industrial no constituía una exigencia de las convocatorias. En este contexto, el financiamiento al sector productivo destinado a la innovación tecnológica adquirió un rol crucial en la agenda política nacional y en 2006 ANPCyT lanzó el FONTAR.

De este modo, en el año 2006, la política de financiamiento estatal a la nanotecnología amplió su direccionamiento hacia las empresas. En este marco, el FONTAR cobra especial relevancia ya que estaba dirigido a proyectos del sector privado, en particular a las pequeñas y medianas empresas (PyMEs)²³, que tuvieran como fin mejorar la productividad a través de la innovación tecnológica en distintas ramas de actividad. El hecho de que los fondos estuvieran destinados a empresas no implicaba que debían trabajar de manera aislada de los centros de investigación. Por el contrario, se les exigía que tuvieran una vinculación parcial o total con dichas organizaciones. El principal instrumento que utiliza el FONTAR para financiar las empresas nanotecnológicas desde entonces son los subsidios, en especial los aportes no reembolsables (ANR) por diferentes montos y categorías según el instrumento específico²⁴.

²³ La definición utilizada para las PyMEs es la disposición 147/2006.

²⁴ ANR PDT: Es un aporte no reembolsable para el desarrollo tecnológico que tiene por objetivo financiar proyectos nanotecnológicos en escala piloto o de laboratorio que mejoren la estructura productiva y la capacidad innovativa de las empresas; ANR I+D: Financia proyectos que tengan como meta la creación de una unidad de I+D dentro de la empresa a través de la incorporación de investigadores y equipamiento de investigación; ANR BIO-NANO-TICS: Financia proyectos que tengan como meta mejorar las estructuras productivas de bienes y servicios del sector de la bioingeniería orientados específicamente a la salud humana, la nanotecnología y las TIC's, mediante la ejecución de proyectos de desarrollo tecnológico a escala piloto o de prototipo; ANR TEC: Financia proyectos de nanotecnología que tenga como meta

aportados por el FONARSEC. La segunda convocatoria de los FS NANO fue abierta en el año 2012²⁵ y a diferencia de la convocatoria anterior, resultó beneficiario un único consorcio integrado por el CONICET y la empresa YPF.

A pesar de los esfuerzos realizados por la ANPCyT, la industria nanotecnológica en el país es aún inexistente. Incluso cuando todos los fondos mencionados permanecen vigentes, los instrumentos de financiamiento directo específicamente orientados a la ella son cada vez menos. Con respecto al FONARSEC, que es la iniciativa con más fuerza de tracción para impulsar la creación de una industria incipiente, el financiamiento que destina actualmente es indirecto. Sus recursos están dirigidos a otros sectores, pero reconociendo en la nanotecnología una tecnología de propósito general, considera que su implementación puede mejorar la producción.

En este escenario, se presenta la necesidad de retomar los instrumentos de financiamiento directo a la nanotecnología, para lograr superar las limitaciones financieras que impone la elaboración de políticas en el marco de los SNI. Sin embargo, en esta etapa temprana de su desarrollo, más vinculada con la promoción, se requiere considerar la creación de espacios que permitan darle participación a la sociedad. De este modo, sería posible avanzar en la superación de las restricciones institucionales que impiden el desarrollo responsable de la nanotecnología. A continuación, se mencionan las organizaciones que permitirían superar definitivamente tales limitaciones incorporando espacios de participación social a lo largo de todo su desarrollo.

²⁵ En el año 2011, fue lanzado el segundo instrumento de financiamiento dirigido a la nanotecnología en el marco de los FONARSEC. El Empretecno (MINCyT, 2009b) tuvo como objetivo de apoyar el desarrollo de emprendimientos que generaran el crecimiento sostenido a través de la diversificación de las exportaciones y el aumento del valor agregado de la producción. Financiaba a una sola empresa por proyecto que estuviera en asociación con centros de investigación y desarrollo. Fueron abiertos un total de 7 empretecnos desde el 2011 al 2014, por un monto total de \$ 10.967.425.

2.2. Organizaciones para el desarrollo responsable

Llevar adelante el desarrollo responsable de una tecnología, 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, el Estado ha llevado adelante diferentes iniciativas, tanto en lo respecta al financiamiento, como a la creación de organizaciones que propicien el debate en torno a su articulación, normalización y regulación.

En este apartado se analizan las organizaciones existentes en el país que posibilitarían el desarrollo responsable de la nanotecnología. En primer lugar, se describen las acciones llevadas adelante por la Fundación Argentina de Nanotecnología (FAN), considerada la iniciativa estatal más interesante vinculada a alcanzar este propósito. En segundo lugar, se explica la intervención del Comité Nacional de Ética en la Ciencia y la Tecnología (CECTE) y su vinculación con la Unión Europea. Finalmente, se hace mención de diversos organismos de normalización y regulación que tienen o tuvieron alguna vinculación con el desarrollo nanotecnológico en el país. Estos organismos son 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).

2.2.1. La Fundación Argentina de Nanotecnología

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 N° 380/2005 se autoriza al Ministerio de Economía y Producción a constituir la Fundación Argentina de Nanotecnología (FAN).

A partir del 2007, la FAN pasó a la jurisdicción del MINCyT donde 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 marco, desde el año 2007 la FAN se encarga de la organización del Nanomercosur, considerado como el espacio propicio y de mayor relevancia para el encuentro de los principales actores del mundo nanotecnológico. Allí investigadores, empresarios, tecnólogos y emprendedores presentan las tendencias en nanotecnología. Con una frecuencia de dos años²⁶, actualmente la FAN está abocada a la realización de su sexta edición: el Nanomercosur 2017.

Por su parte, con el programa Nanotecnología para la industria y la sociedad²⁷, la FAN realiza reuniones con el objetivo de vincular a los sectores académico-científicos con los industriales, permitiendo compartir las oportunidades que ofrece la nanotecnología para mejorar productos y procesos, aumentar la competitividad y ampliar la penetración en el mercado. Se intenta de este modo promover la articulación entre científicos y cámaras empresariales, asociaciones profesionales y organismos gubernamentales interesados en la promoción de las nuevas tecnologías. Otro aspecto positivo de este programa es que se realiza en diversos lugares del país y de esta manera permite difundir la nanotecnología y sus aplicaciones.

El programa Nanotecnología y Sustentabilidad, comúnmente denominado Nanosustentable, busca desarrollar una agenda de trabajo que permita ejecutar actividades teniendo en cuenta las acciones, normativas y capacidades que se necesitan

²⁶ Nanomercosur 2007: Ciencia, Empresa y Medio Ambiente; Nanomercosur 2009: Oportunidades de Micro y Nanotecnologías; Nanomercosur 2011: Nanotecnología para la Industria y la Sociedad; Nanomercosur 2013: Nanotecnología para la competitividad industrial; Nanomercosur 2015: Hacia la consolidación de la nanotecnología.

²⁷ Es llamativa la similitud del nombre elegido para este programa y el de la línea de acción que hoy lleva el título Ciencia con y para la Sociedad dentro del Programa Marco de Investigación Europea: Horizonte 2020. Sin embargo, hay que tener en cuenta que la ausencia de la preposición con en el título del programa con de la FAN, se refleja en la no participación de la sociedad dentro del mismo.

para hacer sustentable su desarrollo. En igual sentido, el programa busca 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.

Otra de las responsabilidades de la FAN es el acercamiento de la nanotecnología a instituciones educativas en todos sus niveles. A través del programa Nanoeducación, brinda capacitación a docentes de escuelas primarias y secundarias desde una plataforma virtual, y con el objetivo de sensibilizar a los estudiantes de estos niveles, lleva adelante el programa Nanotecnólogos por un día. En lo que respecta al nivel universitario, el programa Nano U se propone, mediante cursos presenciales y virtuales, concientizar a estos estudiantes acerca de la importancia de la nanotecnología, sus desafíos e implicancias en el campo laboral y productivo.

Además de estos encuentros, la FAN publica documentos de acceso abierto que permiten identificar a los diversos participantes y referentes de la nanotecnología local, como las dos ediciones del documento Quién es Quién (FAN, 2010, 2012) que presenta los diferentes grupos de investigación y las empresas involucradas en nanotecnología. Para destacar aquellas que de algún modo emplean este tipo de tecnologías en la producción, la página de la FAN publica un catálogo de empresas, que consiste en una base de datos e información sobre aquellas o los proveedores de insumos, equipamientos y servicios de toda la cadena de valor nanotecnológica del país.

La FAN trabaja también en la promoción de innovaciones de base nanotecnológica, invirtiendo en proyectos de riesgo y generando la infraestructura necesaria para la transferencia del conocimiento y el escalado industrial de los mismos. En este sentido, otorga financiamiento a proyectos en las fases iniciales de desarrollo, contando para ello con sus propios canales y recursos.

Al respecto el principal canal de financiamiento es el proyecto Pre-Semilla, iniciado en 2011, que está orientado a inversiones en emprendimientos de alto contenido micro y nanotecnológico. Su objetivo es el desarrollo de equipos o procesos escalables a nivel industrial, es decir que surjan de trabajos científicos vinculados al desarrollo de productos

y que apunten a realizar un proceso o producto que pueda ser asimilado por las empresas locales y ofreciendo soluciones a necesidades insatisfechas. Estos fondos resultan de particular relevancia para las primeras fases de desarrollo de las empresas ya que la FAN asume el riesgo inicial de la inversión y pone a disposición de la iniciativa, un asesor que complementará el desarrollo técnico con los aspectos prácticos comerciales.

La FAN participa también del Programa Fortalecimiento de la Competitividad de las PyMEs y Creación de Empleo en la Argentina, un programa de cooperación internacional establecido en 2011 entre la Dirección Nacional de Relaciones Internacionales del MINCyT y la Unión Europea²⁸. Su participación en el mismo corresponde a la categoría de Proyectos Regionales integrados (PRIS) en asociación con organizaciones europeas²⁹ y grupos de investigación en micro y nanotecnología argentinos.

La FAN es una de las más tempranas y posiblemente la principal iniciativa local en cuanto al fomento y la articulación de los diferentes actores que trabajan en nanotecnología. El hecho de que sus orígenes hayan sido controversiales por cuestiones vinculadas a la ética (CECTE, 2005), no invalida que en la actualidad sea una organización fundamental para abordar cualquier aspecto relacionado a esta temática, incluso los riesgos y las regulaciones asociadas a su desarrollo. Por ese motivo, a medida que se analicen las diferentes organizaciones que posibilitarían la inclusión de espacios para la participación de la sociedad a lo largo del desarrollo de la nanotecnología, la FAN estará presente en diferentes planos. El desarrollo y capacidades que posee la FAN son imprescindibles para

²⁸ El programa tuvo por objetivo impulsar la competitividad de las PyMEs argentinas que aplicaran micro y nanotecnologías para lograr el incremento del empleo. Contó con una financiación de €19.600.000, de los cuales €9.800.000 fueron aportados por la Unión Europea y €9.800.000 por Argentina. Los destinatarios de los fondos fueron directivos de PyMEs, centros de investigación y desarrollo, universidades, laboratorios e institutos de investigación de sectores estratégicos. De esta manera se buscó facilitar la transferencia de tecnología entre el sector productivo, las instituciones científico-tecnológicas y las universidades con un conjunto de socios de la Unión Europea para la realización de proyectos conjuntos de investigación, desarrollo, innovación y la creación de redes internacionales estratégicas.

²⁹ El Laboratorio Ibérico Internacional de nanotecnología (INL) de Portugal, el Centro Interuniversitario de microelectrónica y nanotecnologías (CIME MINATEC) de Grenoble, el Instituto de Investigación del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) de Barcelona.

analizar de qué manera es posible desarrollar la nanotecnología local de manera responsable.

2.2.2. La promoción de un marco ético

El Comité Nacional de Ética en la Ciencia y la Tecnología (CECTE) fue creado en abril de 2001 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 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.

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 Investigación de la Comisión Europea, se plantearon por primera vez

cuestiones de ética en el uso e implementación de la nanotecnología en Argentina³⁰. En dicho encuentro, el responsable de la Unidad de Governanza 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, 2008) 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 conducta³¹ (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. Pero dado que la inclusión del principio precautorio³² 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 país³³.

³⁰ 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 (Salvarezza, 2003).

³¹ 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.

³² 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).

³³ En lugar de un código de conducta específico para la nanotecnología, el CECTE publicó el documento Proposiciones para una ciencia y una tecnología socialmente responsables (CECTE, 2014). Éste documento

Los Lineamientos de conducta responsable en la investigación en N&N (Vila Seoane, 2011) integraron los temas de estudio del CECTE³⁴ 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.

2.2.3. Normalización y regulación

El Instituto Argentino de Normalización y Certificación (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

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.

³⁴ 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.cecte.gov.ar/temas-en-estudio/>

como función desarrollar las normas en el campo de las tecnologías que se desarrollan en la escala nanométrica³⁵ (IRAM, 2009).

La Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica (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) es un organismo que depende de la Secretaría de Seguridad Social del Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social de

³⁵ 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).

la Nación y fue creado en 1996 a través de la Ley N° 24.557. Su objetivo 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) 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 organizaciones³⁶ 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

³⁶ 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.

Si bien todas las iniciativas y acciones descritas son interesantes y se orientan al desarrollo responsable de la nanotecnología, es importante y necesario mantenerlas en el tiempo. Tanto el observatorio de la ANMAT como el de la SRT, se encuentran en estos días desactualizados y las reuniones en torno al análisis de los riesgos que conlleva el desarrollo nanotecnológico son cada vez menos frecuentes.

El desarrollo responsable de la nanotecnología requiere atender las características propias de cada país. Considerando las particularidades locales, en el siguiente apartado se analiza la necesidad de adoptar un marco propio y en este sentido, se argumenta a favor de la FAN, para que funcione como espacio propicio para integrar la dimensión social, clave para un desenvolvimiento responsable en el país.

2.3. Propuestas para el desarrollo responsable

Los planes de ciencia, tecnología e innovación vigentes hacen referencia a la necesidad de considerar los aspectos sociales en el momento de innovar; sin embargo, no se hace mención sobre llevar a cabo un desarrollo responsable. En este sentido, las políticas de nanotecnología no constituyen una excepción y aun cuando se han realizado encuentros de manera descentralizada, estas iniciativas son en la actualidad escasas.

Para abordar la inclusión de un marco de responsabilidad sobre el desarrollo de la nanotecnología a partir de motivaciones sustantivas, es necesario tener en cuenta las condiciones locales, fundamentalmente la posibilidad de establecer espacios en los que sea posible incorporar la dimensión social.

En este capítulo ya ha sido analizado el marco en el que se realizan las políticas públicas y se han descrito las principales organizaciones que pueden contribuir con el desarrollo responsable de la nanotecnología en el país. El presente apartado tiene como objetivo proponer la incorporación de la responsabilidad en las políticas públicas del sector. Para ello, se plantea un estudio a partir de herramientas cualitativas y cuantitativas que permita desplegar un modelo de gestión que incluya las dimensiones de anticipación, reflexión, deliberación y confrontación entre diversos participantes. La consideración de tales dimensiones posibilitaría alcanzar un desarrollo responsable de la nanotecnología local.

En la primera parte se analiza la necesidad de incorporar un marco de responsabilidad sobre las políticas de nanotecnología. Le sigue la propuesta de considerar la FAN como lugar privilegiado para lograr la incorporación social, teniendo en cuenta sus antecedentes y trayectoria. En la tercera y última parte de este apartado se presenta un modelo para abordar el estudio responsable del desarrollo nanotecnológico en el país.

2.3.1. La necesidad de incorporar un marco de responsabilidad

La conciencia compartida respecto a las limitaciones de las políticas tradicionales para afrontar desafíos sociales específicos, impulsó la necesidad de considerar nuevos marcos analíticos que otorgaran mayor relevancia a objetivos sociales por sobre las metas económicas, dejando de lado la perspectiva única del crecimiento y la competitividad. En este contexto, surgen nuevas perspectivas que contemplan e incorporan la responsabilidad, para llevar adelante el desarrollo de una nueva tecnología.

Dejando de lado el crecimiento económico y la competitividad, en los últimos años debido a la conciencia compartida de las limitaciones de las políticas para afrontar desafíos sociales específicos, ha surgido la necesidad de considerar marcos analíticos que le den mayor relevancia a los objetivos sociales antes que a las metas económicas. En este contexto, han surgido diversos marcos que contemplan la responsabilidad a la hora de llevar adelante el desarrollo de una nueva tecnología.

En Argentina, los programas de política no hacen referencia explícita a incorporar un marco de responsabilidad. En tal sentido, no existe la preocupación por incluir procesos deliberativos que incorporen valores sociales a lo largo del desarrollo de las innovaciones, sino que los hay respecto a que se adopten medidas específicas que garanticen la inclusión social. 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 de innovación o desarrollo responsable (Vasen, 2016). Aun teniendo en cuenta que tal inclusión es requisito para que los desarrollos de innovación realizados en el marco de los SNI no excluyan, incorporar un marco relacionado al desarrollo responsable de la nanotecnología es necesario para que sus consecuencias no afecten a la sociedad.

En Argentina, en los programas de política, no aparece en forma explícita la necesidad de incorporar un marco de responsabilidad. En el país, la preocupación no es la inclusión de procesos deliberativos para incluir valores sociales en a lo largo del desarrollo de las innovaciones, sino más bien, la incorporación de medidas específicas que garanticen la inclusión social. La premisa en Argentina, al igual que en otros países dependientes en materia de ciencia y tecnología, es que, si no se toman medidas específicas de inclusión social, las políticas de innovación pueden excluir antes que incluir. En este sentido, se suele hablar de innovaciones con inclusión social (Arocena & Sutz, 2009) y de tecnologías sociales (Thomas, 2012), pero no de innovación o desarrollo responsable (Vasen, 2016). Si bien tener en cuenta la inclusión social es necesario para que las políticas de innovación, realizadas dentro del marco de los SNI, no excluyan, la incorporación de un marco de vinculado al desarrollo responsable de la nanotecnología es necesaria para que los efectos posteriores de esta política no afecten a la sociedad.

En el área de la nanotecnología, la tendencia de los SNI persiste. En Argentina, 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).

Más allá de que en la actualidad no se contemple ningún marco de responsabilidad, se registra como antecedente en la temática, la evaluación positiva realizada desde la OCDE (Working Party on Nanotechnology, 2013). El informe menciona que el CECTE es el organismo encargado de llevar adelante las políticas vinculadas con el desarrollo responsable de la nanotecnología en el país. Sin embargo, como se ha analizado previamente en este capítulo, 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. Hoy en día, el desarrollo responsable de la nanotecnología no parece constituir una prioridad del Comité.

Otra opción para incluir el atributo de responsabilidad sobre las políticas de ciencia, tecnología e innovación en el país, es adoptar un marco analítico extranjero como, por ejemplo, el de RRI. La propuesta que surge desde la academia en este sentido, plantea que es necesario extender la agenda de políticas científicas dentro de los países de América latina para que la inclusión de este marco sea efectiva (Vasen, 2016b). Sin embargo, como se ha analizado anteriormente, si bien RRI se presenta como un marco de responsabilidad que intenta incorporar valores sociales y políticos en los procesos de las innovaciones, para que exista un desarrollo responsable es necesario que dicha incorporación promueva una participación activa de la ciudadanía a partir de motivaciones sustantivas. Este es el único modo en que el desarrollo responsable permitiría que los beneficios potenciales de la nanotecnología se distribuyan en toda la sociedad al mismo tiempo que los riesgos que conlleva, son regulados de una manera más efectiva.

Lograr un desarrollo responsable de la nanotecnología implica contar con organizaciones aptas para la incorporación institucional de las dimensiones que sugiere el enfoque de responsabilidad, asociado con una inclusión de la dimensión social a través de motivaciones sustantivas. Esto permitiría que las políticas se dirijan a beneficiar a la mayoría de la población y no se destinen únicamente a cumplir con compromisos políticos preestablecidos (Foladori, 2006).

Para lograr incluir un marco de responsabilidad, es requisito la existencia de un proceso transparente e interactivo mediante el cual los actores sociales y los innovadores se relacionen mutuamente tras el objetivo de permitir una incorporación adecuada de los avances científicos y tecnológicos en la sociedad. Esto no sucede en el país actualmente. Para que ocurra es necesario tener en cuenta los aspectos éticos y las regulaciones asociadas al estudio de una ciencia y el desarrollo de una tecnología en particular. Se plantea a continuación a la FAN como lugar propicio para comenzar con un verdadero proceso de inclusión social. En particular y teniendo en cuenta los antecedentes en materia de estudios de los riesgos ocasionados por la nanotecnología, se destaca su programa Nanotecnología y Sustentabilidad.

2.3.2. El lugar para incorporar el marco de responsabilidad

Como se describió anteriormente, el desarrollo responsable de la nanotecnología requiere que los procesos innovadores sean transparentes y accesibles a la población en general. Teniendo en cuenta que la FAN lleva a cabo diferentes actividades relacionadas con la difusión y articulación de la nanotecnología, ésta podría ser el lugar propicio para que los diferentes actores expliciten sus controversias en torno a su desarrollo. Por el momento, dichos intercambios se realizan únicamente entre científicos, el gobierno y algunos empresarios e industriales incipientes que pertenecen al área. Los miembros del consejo asesor³⁷ de la FAN son mayoritariamente y desde sus inicios, técnicos y científicos.

³⁷ El primer consejo asesor de la FAN, estaba constituido por: Alberto Lamagna (Comisión Nacional de Energía Atómica) como presidente, Dr. Ernesto Julio Calvo (Secretaría de Ciencia y Tecnología – Universidad de Buenos Aires) como secretario, Dr. Joaquín Valdez (Instituto Nacional de tecnología Industrial), Ricardo Sagarzazu (INVAP), Dr. Roberto Carlos Salvarezza (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas), Bach. Alberto Ridner (CONAE) y el Ing. Adolfo Cerioni (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) (Premici, 2007).

Gran parte de las actividades realizadas por la FAN dejan excluida a la sociedad civil en general, salvo en aquellas que aproximan de modo educativo conocimientos acerca de lo qué es la nanotecnología. Por este motivo, hace falta un esfuerzo mayor para reducir esta distancia y asegurar la incorporación de la dimensión social a su desarrollo con motivaciones sustantivas. Para lograr que los beneficios potenciales de este tipo de actividades lleguen a la sociedad, y no solo se circunscriba a quienes apuestan a sus beneficios futuros, se requiere de la participación social en las decisiones de política, abriendo debates públicos, propiciando el análisis crítico de los desarrollos en curso y permitiendo contemplar la opinión de los usuarios.

La iniciativa más acertada de la FAN para llevar adelante esta tarea pareciera ser el programa Nanotecnología y Sustentabilidad (Nanosustentable). Este programa fue creado a pedido del propio Ministro de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva en el año 2011, haciendo notar que era imprescindible el control de los riesgos asociados a este tipo de desarrollos. Ese mismo año, entre las acciones del programa Nanosustentable, se incluyó la realización de encuentros con organismos regulatorios para sondear sus preocupaciones e intenciones (ANMAT, 2012a, 2012b). De las sucesivas reuniones con el Observatorio de la ANMAT se señaló a la nanotecnología como tema estratégico para la administración nacional (ANMAT, 2010). La creación del mismo mediante la disposición 907/2011 (ANMAT, 2011), es una propuesta orientada a impulsar la participación ciudadana. Es un instrumento que tiene como objetivo articular el organismo gubernamental con las distintas instituciones de la salud y la ciudadanía, que permita identificar problemáticas sociales que orienten al ente regulador a través de un sistema participativo e integrador.

En línea con ese propósito, se realizaron en 2012 las Primeras Jornadas de Nanotecnología y Sustentabilidad. Su objetivo fue definir una agenda de trabajo vinculada con la regulación del sector que contemplara aspectos ambientales y de salud humana., buscando contribuir al desarrollo de normas regulatorias y estándares industriales, a la vez que se buscó promover la comunicación entre gobierno, investigadores e industria que lograran fortalecer las bases técnicas y científicas para elaborar nuevos marcos regulatorios. Asimismo, se discutió la situación de la regulación en Argentina y se puso especial énfasis en la importancia de establecer un marco

regulatorio local específico de las nanotecnologías que pueda estar articulado con otras iniciativas internacionales.

Teniendo en cuenta que un aspecto clave de los riesgos nanotecnológicos es proteger al trabajador que está expuesto a estos materiales, en el 2014 se lanzó el Observatorio de Nanotecnología y Salud de los Trabajadores de la Superintendencia de Riesgos del Trabajo (SRT). Su objetivo es la difusión de información para la prevención de los riesgos laborales sobre los nanomateriales, 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.

En el marco del *Nanomercosur 2015: Hacia la consolidación de la nanotecnología*, el programa Nanosustentable presentó su avance en una mesa redonda. La misma, coordinada por quien fue responsable del programa en sus inicios, estaba conformada por tecnólogos, científicos y empresarios de Argentina y del extranjero, que presentaron sus proyectos vinculando la nanotecnología con la sustentabilidad y su regulación.

En cuanto a la definición de nanomateriales que se está llevando a cabo en Latinoamérica, en un evento organizado en el 2015, la única organización en representación del país fue la FAN (Ávila, Ocampo, Wootton, Muñoz, & Vieira, 2016). En la actualidad, diversos integrantes del programa Nanosustentable de la FAN están abordando los temas de riesgos e impactos potenciales de la nanotecnología, articulando esfuerzos con los organismos regulatorios y, particularmente, formando parte del Comité de Nanotecnologías del IRAM. Sin embargo, este análisis de riesgos se basa en regulaciones internacionales de la ISO, que son estudiadas e incluidas en la regulación local, sin dar participación a la sociedad.

En conclusión, por el momento el programa ha buscado desarrollar una agenda de trabajo que permita ejecutar actividades teniendo en cuenta las acciones, normativas y capacidades que se necesitan para hacer sustentable el desarrollo de la nanotecnología. Para lograrlo, ha planteado también que es necesaria 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 el requisito previo de informar a la población para transmitir conocimiento y buscar su opinión sobre posibles regulaciones es una

iniciativa acertada, para la incorporación de un marco de responsabilidad a lo largo del desarrollo de la nanotecnología local, es necesario que se introduzcan modificaciones, incorporando a la sociedad civil como miembro activo en la toma de decisiones. El aporte de los usuarios es crucial para que el proceso sea responsable.

Para concluir, se destaca que la mayoría de las iniciativas mencionadas han ido decreciendo en el tiempo y que por el momento, ninguna de ellas ha incluido de manera activa a la ciudadanía en los procesos de toma de decisiones. Como se ha analizado con anterioridad, la FAN es una organización influyente en cuestiones de políticas asociadas a la nanotecnología. Este hecho, sumado a las diversas iniciativas llevadas a cabo en conjunto con los organismos de ética, normalización y regulación a nivel local, la posicionan como un lugar propicio para abrir un espacio dónde la sociedad pueda concretar su participación a lo largo del desarrollo nanotecnológico. En la actualidad, tal espacio no se encuentra constituido y un primer paso para lograrlo, es proponer una forma de estudiar e implementar el desarrollo responsable de la nanotecnología teniendo en cuenta las características del país. La propuesta en ese sentido, se desarrollará a continuación.

2.3.3. La propuesta

En Argentina, la nanotecnología se encuentra impulsada y regulada por diversas organizaciones del Estado con un enfoque de arriba hacia abajo. Si bien el Estado tiene una política de nanotecnología que pretende apoyar a la estructura productiva con inclusión social, a lo largo del proceso no se ofrece participación a actores diversos, no se anticipan los posibles escenarios futuros y no hay lugar para un proceso reflexivo-deliberativo. Teniendo en cuenta que aquello que se intenta regular se co-constituye, para que este proceso se concrete en un sentido responsable, requiere anticipación, reflexión, deliberación y confrontación entre diversos puntos de vista e interpretaciones. Considerar e incorporar este tipo de instancias, permitiría ir más allá de la perspectiva de los SNI sobre cuáles son los problemas y cuál es el camino a seguir.

En este sentido, la propuesta general consiste en incluir un marco de responsabilidad sobre las políticas públicas de nanotecnología en el país. Para lograrla se requiere cambiar ciertas prácticas del estado argentino, que permitan ampliar la visión científica para la sociedad y contar con una política más inclusiva con ella. En este punto es donde se

propone abrir un espacio de participación que permita a los ciudadanos tener incumbencia en las diferentes etapas del desarrollo de la nanotecnología, desde su promoción hasta su regulación. Teniendo en cuenta los canales de comunicación abiertos entre diferentes organismos, se propone a la FAN como organización para llevar adelante dicha iniciativa.

Ahora bien, la elaboración e implementación de un marco de responsabilidad sobre las políticas públicas de nanotecnología, necesita tener en cuenta las condiciones locales. No es adecuado entonces, considerar la adopción directa de un marco extranjero de responsabilidad como es el caso de RRI. Tampoco lo es minimizar la importancia de tal inclusión, porque las evaluaciones de organismos extranjeros, como el de la OCDE, han sido positivas. La necesidad de incorporar dicho marco de responsabilidad sobre la nanotecnología en el país ya se ha justificado y para lograrlo efectivamente esta tesis despliega un análisis que contemple las características a nivel local.

La propuesta de desarrollo de un marco de responsabilidad a nivel local plantea realizar un estudio a partir de herramientas cualitativas y cuantitativas, que indague acerca de las categorías que se han considerado dentro del término *desarrollo responsable* empleado en los programas que le dieron el impulso inicial a la nanotecnología. Estas categorías son los riesgos, las consideraciones éticas, las cuestiones legales y las cuestiones sociales involucradas con su desarrollo. También hay que tener en cuenta que la promoción de esta tecnología implica una primera fase relacionada con la categoría del financiamiento, sobre la cual también se debe indagar.

A partir de este primer análisis, se propone elaborar un modelo de gestión que permita incluir sobre el desarrollo de la nanotecnología las dimensiones de anticipación, reflexión, deliberación y confrontación entre diversos participantes. En lo que atañe a la dimensión anticipativa, ésta quedaría cubierta a partir de que el modelo permita determinar cuáles son los riesgos que conlleva este tipo de desarrollo. Respecto a la dimensión reflexiva, se alcanzaría en tanto el modelo deje analizar aquello que se ha hecho en el pasado y la manera de mejorarlo, en términos de responsabilidad hacia el futuro. Las dimensiones de deliberación y confrontación serían alcanzadas a través de la apertura de espacios desde la FAN y de la asignación de recursos financieros en términos de responsabilidad. De este modo, el modelo sería una herramienta de política que, a través de la participación de diferentes actores, facilitaría el desarrollo responsable de la nanotecnología en Argentina.

Conclusión del capítulo

A lo largo de este capítulo, se han analizado las políticas públicas vinculadas con el desarrollo de la nanotecnología. Se han señalado también las restricciones que surgen como consecuencia de su elaboración a partir de un marco teórico importado. Las limitaciones de recursos e institucionales, obstaculizan la posibilidad de llevar a cabo un desarrollo responsable. Como se ha concluido en el primer capítulo, tal desarrollo es necesario para que los potenciales beneficios que conlleva la nanotecnología se distribuyan en la sociedad, a la vez que sus riesgos son controlados de una manera más eficiente. Alcanzar estos propósitos, requiere incorporar un marco de responsabilidad que surja de motivaciones sustantivas, consideradas al momento de elaborar las políticas vinculadas con la nanotecnología.

Se han analizado las diferentes iniciativas llevadas a cabo por el Estado en cada uno de los estadios del desarrollo de la nanotecnología, desde su promoción hasta su regulación. En lo que respecta a su promoción, se han descriptos las principales iniciativas de financiamiento orientadas específicamente a la nanotecnología. Dichas acciones han sido llevadas a cabo por la ANPCyT. En igual sentido, se han presentado las iniciativas de articulación llevadas adelante por la FAN, aquellas vinculadas con la ética en la ciencia y la tecnología que corresponden al CECTE y las que responden a los requisitos de normalización y regulación que han sido lideradas por el IRAM, la ANMAT, la SRT y el SENASA.

De este análisis, se concluye que las medidas que se refieren al financiamiento, continúan vigentes e intentando desarrollar una industria que por el momento es inexistente. En lo que respecta a las acciones del CECTE y los organismos de regulación, éstas parecen haber reducido su nivel de intensidad y en la actualidad no encuentran en la nanotecnología su foco prioritario. El IRAM por su parte, a través del comité de nanotecnología, se encuentra elaborando ciertas normas surgidas a partir de la observación de las acciones llevadas a cabo por el ISO/TC 229. Por su rol de organismo articulador y teniendo en cuenta los diferentes canales de comunicación abiertos con todas las organizaciones que se vinculan de un modo u otro con la nanotecnología, se ha concluido que la FAN es el lugar indicado para iniciar un proceso de apertura y construcción del espacio que permita incorporar la dimensión social a lo largo del desarrollo de esta incipiente tecnología en el país.

A partir de esta afirmación, cierra el capítulo la presentación de propuestas generales y puntuales para el estudio y la implementación de un desarrollo responsable de la nanotecnología en el país. En términos generales, se ha mencionado la necesidad de incorporar este marco de responsabilidad sobre las políticas públicas. Desde lo particular, se ha planteado realizar un estudio que indague acerca de las categorías que se han considerado dentro del término *desarrollo responsable* incluido en los programas que le dieron el impulso inicial a la nanotecnología local. También se ha propuesto elaborar un modelo de gestión que permita incluir sobre el desarrollo de la nanotecnología las dimensiones de anticipación, reflexión, deliberación y confrontación entre diversos participantes. De este modo, el modelo sería una herramienta de política que, a través de la participación de diferentes actores, facilitaría el desarrollo responsable de la nanotecnología en Argentina.

Siguiendo las propuestas particulares que han sido presentadas, en el capítulo que sigue se presenta una metodología compatible con el estudio del desarrollo responsable de la nanotecnología. Se propone allí una estrategia exploratoria con un diseño de investigación mixto de tipo exploratorio secuencial, y se inicia con la instancia cualitativa de la misma a través de entrevistas a referentes del sector en el país. El objetivo es identificar y analizar las dimensiones vinculadas con el desarrollo responsable de la nanotecnología, que permitan la construcción de variables para proceder a la inducción de la hipótesis general de la investigación.

3. Propuesta metodológica para estudiar el desarrollo responsable de la nanotecnología

Introducción al capítulo

En los capítulos anteriores se ha establecido el corpus teórico de la tesis. En el primero, explicando las diferentes instancias del desarrollo de la nanotecnología se comprendió que los riesgos que conlleva son co-constituidos entre diferentes actores (científicos, políticos, industriales y sociedad en general). Por esta razón, se argumentó que para que el desarrollo de la nanotecnología sea responsable es necesaria la incorporación activa de la sociedad en la toma de decisiones. Dicha incorporación permite que sus beneficios potenciales se distribuyan de manera más equitativa, a la vez que los riesgos que conlleva puedan ser controlados de una manera más eficiente. En el segundo capítulo, a partir del análisis de las políticas públicas en Argentina, se propuso la incorporación de un marco de responsabilidad. Para lograr la incorporación efectiva de este marco, se planteó realizar un estudio a partir de herramientas cualitativas y cuantitativas que permitan analizar en profundidad la situación local, considerando las dimensiones que abarca el desarrollo responsable de la nanotecnología. El objetivo de los capítulos que siguen es llevar adelante dicho estudio.

En este capítulo se presenta una metodología adecuada para estudiar el desarrollo de la nanotecnología a nivel local, a partir de un marco de responsabilidad. El mismo deberá considerar las dimensiones que abarca el concepto de desarrollo responsable de la nanotecnología. Al no existir precedentes en cuanto a un estudio de estas características, que considere tales dimensiones, se desplegará una estrategia exploratoria y cualitativa que, a través de entrevistas a referentes del sector en el país, identificará y analizará el estado actual de tales dimensiones a nivel local. Tras esta etapa, será posible generalizar resultados referidos al desarrollo responsable de la nanotecnología local, mediante un diseño cuantitativo que será presentado en el próximo capítulo.

El primer apartado presenta la propuesta metodológica utilizada para abordar el estudio del desarrollo responsable de nanotecnología. En el inicio se delimitan las características y alcance del fenómeno de estudio –desarrollo responsable de la nanotecnología - y las dificultades para su aproximación desde el marco de RRI. La ausencia de investigaciones a nivel local desde un marco de responsabilidad justifica la elección de un diseño de

investigación exploratorio secuencial. Como tal, el proceso se inicia con una instancia cualitativa que permite indagar el fenómeno en cuestión, y finaliza con una cuantitativa, para la generalización de resultados.

En el segundo apartado, se presentan las acciones desarrolladas en la etapa cualitativa para la recolección de datos. Se describen los criterios de elección de los informantes de nanotecnología seleccionados para integrar el estudio; el proceso de construcción de las guías para las entrevistas semiestructuradas y las dimensiones de análisis incluidas en las mismas. Finalmente, se explica la implementación de las entrevistas: el momento de su realización, la definición del número de casos y la modalidad de las mismas. También en este punto se detallan las características y orden de las preguntas que contiene la entrevista.

El apartado final del capítulo presenta el análisis de los datos cualitativos. Para hacerlo se describen los subprocesos de reducción - codificación de las entrevistas -, despliegue de los datos - utilizando matrices y redes conceptuales - y la extracción de conclusiones. A partir de estas últimas se presentan los proyectos de nanotecnología como unidad de análisis para la investigación cuantitativa y se proponen las dimensiones de ética, riesgo y regulación para abordar el estudio desde un marco de responsabilidad a nivel local. Presentadas las variables y mediante su articulación, se plantea la hipótesis a contrastar en la investigación, referidas a los proyectos de nanotecnología.

El siguiente capítulo describirá en profundidad la etapa cuantitativa de esta investigación. Se presentará allí, el cuestionario empleado para analizar la responsabilidad en los proyectos de nanotecnología, su implementación, el análisis de los datos recopilados y las conclusiones alcanzadas respecto al desarrollo responsable de la nanotecnología y su relación con el financiamiento del sector público estatal.

3.1. Propuesta metodológica

La ausencia de análisis científico a nivel local respecto del desarrollo de la nanotecnología en un marco de responsabilidad, planteó el desafío de desarrollar una propuesta metodológica desde una perspectiva innovadora, que permitiera la aproximación al tema. Por este motivo, durante la primera etapa de la investigación se optó por un diseño de tipo exploratorio.

Teniendo en cuenta que la investigación es un conjunto de procesos sistemáticos, críticos y empíricos que se aplican al estudio de un fenómeno, la elección de un diseño cuantitativo o cualitativo para desarrollar el estudio es una decisión central. El enfoque cualitativo utiliza la recolección de datos sin medición numérica, para descubrir o afinar preguntas de investigación que contribuyan a la interpretación del fenómeno. Por su parte, el método cuantitativo emplea la recolección de datos con base en la medición numérica y el análisis estadístico, buscando establecer patrones de comportamiento.

En el presente apartado se desarrolla la propuesta metodológica que se utilizará para abordar el estudio del desarrollo responsable de la nanotecnología en el país. Para hacerlo se presentarán las características y alcance del fenómeno a estudiar y las dificultades que presenta la ausencia de investigaciones desde el marco conceptual elegido. Como mencionamos anteriormente, se optó por un diseño de investigación exploratorio secuencial, que se inicia en una etapa cualitativa para indagar acerca del fenómeno en cuestión y concluye en una instancia cuantitativa, que permite la generalización de resultados.

3.1.1. El fenómeno de estudio y las dimensiones de análisis

El fenómeno que se propone analizar es el modo en que se desarrolla la nanotecnología en el país y si éste es o no responsable. Como se expresó en el corpus teórico de la tesis, este tipo de desarrollo contempla dos categorías: aquella que considera las implicancias sobre el medioambiente y la salud y la que atañe a las consideraciones éticas, legales y las cuestiones sociales involucradas.

En base a ellas y como primera instancia de análisis, es posible desglosar el marco responsable en las dimensiones: riesgos, consideraciones éticas, cuestiones legales y cuestiones sociales involucradas. Teniendo en cuenta que las cuestiones sociales abarcan

e incluyen al resto de las categorías, y que las cuestiones legales se asocian principalmente con el esquema de regulación utilizado, las dimensiones que se proponen para analizar la responsabilidad son: los riesgos, la ética y la regulación.

En una segunda instancia de análisis, que se llevará a cabo en el último capítulo de la tesis al desarrollar un modelo de gestión, estas dimensiones se reconstruirán para considerar la incorporación institucional que las de cuatro dimensiones que sugiere el marco de innovación e investigación responsable. Estas dimensiones son la anticipativa, la reflexiva, la deliberativa y la receptiva. Teniendo que el desarrollo de la nanotecnología implica una primera fase relacionada con su promoción, a lo largo del análisis, las dimensiones que constituyen el marco de la responsabilidad serán comparadas contra la dimensión del financiamiento.

3.1.2. Diseño exploratorio secuencial

Como se mencionaba anteriormente, el estudio del desarrollo de la nanotecnología en Argentina desde un marco de responsabilidad, ofrece el desafío de una perspectiva innovadora un fenómeno poco estudiado. Por esta razón se desplegó una estrategia exploratoria con un diseño de investigación mixto de tipo exploratorio secuencial (Creswell, 2009; Creswell & Plano Clark, 2007; Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014; Jonker & Pennink, 2010). Éste consta de una fase inicial de recolección y análisis de datos cualitativos, seguida de la etapa en la que se recaban y analizan datos cuantitativos.

El foco esencial del diseño propone una exploración inicial del desarrollo de la nanotecnología considerada desde un marco de responsabilidad. La estrategia exploratorio secuencial permite identificar durante la fase cualitativa, aquellos elementos de dicho marco que están presentes en la nanotecnología, y luego generalizar los resultados obtenidos, a partir de la indagación de las unidades de análisis seleccionadas para integrar la investigación. De este modo es posible elaborar un instrumento estandarizado para clasificar el desarrollo responsable de la nanotecnología.

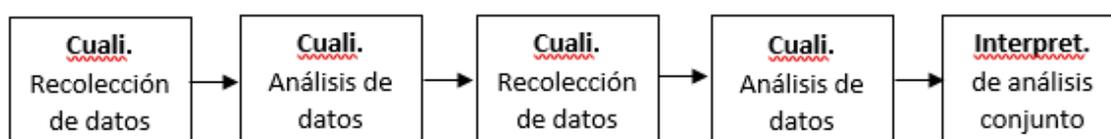
3.1.3. Modalidad derivativa: de lo cualitativo a lo cuantitativo

El diseño exploratorio secuencial ofrece dos modalidades: la derivativa y la comparativa (Creswell, 2009). En la modalidad derivativa, la recolección y el análisis de los datos

cualitativos son el insumo principal para la construcción de la herramienta cuantitativa. Esto implica que la recolección de información cualitativa y su análisis anteceden al armado de la herramienta cuantitativa.

En la modalidad derivativa, el cruce de los enfoques cualitativos y cuantitativos se produce al vincularse el análisis cualitativo de los datos, con la recolección de datos cuantitativos. Ambas modalidades recolectan y analizan datos cualitativos en la primera fase. Sin embargo, en la segunda etapa de la modalidad comparativa se recolectan y analizan datos cuantitativos con cierta independencia de los resultados de la fase cualitativa.

Gráfico: Diseño exploratorio secuencial



Fuente: elaboración propia en base a Creswell (2009)

En esta tesis se decidió realizar un diseño exploratorio secuencial de modalidad derivativa. La elección plantea ventajas y desventajas. Entre las primeras se encuentra que cada etapa está bien diferenciada y vinculada con un enfoque metodológico particular, lo que hace más sencillo su descripción. Su desventaja está asociada con el tiempo de implementación requerido, ya que es necesario terminar completamente el análisis cualitativo (diseño de la herramienta de recolección de datos, implementación y análisis) antes de iniciar la etapa cuantitativa.

Es posible diferenciar en esta modalidad en general, y en este trabajo en particular, tres momentos o instancias de trabajo. La primera consiste en recabar datos cualitativos y analizarlos. En el segundo momento, se utilizan los resultados del análisis cualitativo para construir el instrumento de medición cuantitativa (los temas o categorías emergentes pueden ser las variables y los segmentos de contenido que ejemplifican las categorías pueden ser los ítems, o generarse reactivos para cada categoría). En la tercera, se administra el instrumento a una muestra probabilística de población para validarlo.

En lo que resta de este capítulo, se presentará la primera etapa del diseño exploratorio secuencial de modalidad derivativa correspondiente a la parte cualitativa del estudio. Para la recopilación de datos se entrevistó a participantes del sector nanotecnológico en el país.

En el análisis de los datos, se presentará cómo se definen y describen los subprocesos de reducción de los datos, despliegue de los datos y extracción de conclusiones. En esta última, se presentan los proyectos de nanotecnología como unidad de análisis para la investigación cuantitativa y se proponen las dimensiones de ética, riesgo y regulación para abordar el estudio de su desarrollo responsable.

De este modo se busca alcanzar el objetivo de la etapa cualitativa del estudio, que permita complementar el conocimiento adquirido mediante el corpus teórico, con la opinión de los integrantes del sector nanotecnológico del país seleccionados.

A partir de los resultados de la instancia cualitativa, se presentará en el capítulo siguiente la fase cuantitativa del estudio. Para ello se empleará un cuestionario surgido del análisis de los datos cualitativos, que permite generalizar resultados respecto al desarrollo responsable de la nanotecnología.

3.2. La recolección de los datos en la investigación cualitativa

En el presente apartado se describe el proceso de la recolección de datos de la etapa cualitativa, que se inscribe en la secuencia del diseño de investigación experimental de modalidad derivativa.

La lógica del modelo interactivo de diseño de investigación cualitativa (Maxwell, 1996), señala que cada uno de los componentes afecta y es afectado por los demás. Por esta razón, no existe una lógica secuencial de desarrollo en esta etapa del estudio y a lo largo de este apartado se advertirá que la selección de los casos, el diseño de la guía de entrevistas y el análisis de datos aun presentándose en forma diferenciada, se encuentran en relación mutua. Esta interrelación permite que con el avance del proceso y a medida que se adquiere una mayor consistencia y precisión en la investigación, las partes cualitativas se vayan modificando. Tales modificaciones permitirán inducir diversas hipótesis refinadas en relación al desarrollo responsable de la nanotecnología y el financiamiento del sector público estatal.

En la primera parte del apartado, se presenta a los integrantes del sector nanotecnológico en el país y los criterios de selección de aquellos que aportarán información para esta etapa del estudio. Dichos participantes conforman los casos de estudio.

En la segunda parte, se explica el proceso de construcción de la herramienta mediante la cual se indaga a los participantes y se recolectan los datos –guía de entrevistas -. Finalmente, se explica el proceso de realización de las entrevistas.

En el siguiente apartado, a partir del análisis de la información que aportan los participantes seleccionados, se refinan las hipótesis planteadas al inicio sobre el desarrollo responsable de la nanotecnología en el país y el financiamiento del sector público estatal hacia el sector. El proceso conjunto de recolección y análisis de los datos utilizado se enmarca en el marco conceptual de teoría fundamentada (Charmaz, 2006; Creswell, 2013; Strauss & Corbin, 1998)

3.2.1. Los participantes de la nanotecnología como informantes

El propósito de la etapa cualitativa de la investigación es profundizar sobre el fenómeno de estudio. Por esta razón la selección de los casos no responden a una lógica cuantitativa,

sino a la calidad y representatividad de la información que éste pueda aportar sobre el tema (Bernard, 2012; Flick, 2004; Patton, 2002). Hablamos entonces de muestras intencionales, aquellas conformadas por casos ricos a partir de los cuales se puede aprehender sobre el objeto de la investigación (Patton, 2002; Saunders, Lewis, & Thornhill, 2009).

Atendiendo al contexto conceptual desarrollado en el primer capítulo, se realizó el proceso de identificación de los informantes. Éstos tendrán un rol determinante en la elaboración de las herramientas de medición, por las características y tipo de información que aportan al estudio. Para acceder a ellos, fue importante la identificación de informantes claves³⁸, que oficiaron de nexos para el acceso y validación de los primeros.

La elección de participantes se realizó entre referentes de la nanotecnología en el país. En el transcurso de la investigación se producirá la definición gradual de casos a incluir, que se extiende a lo largo de todo el estudio. Dicha selección resulta un proceso dinámico y secuencial (Goetz & LeCompte, 1988) y responde al criterio de la pertinencia teórica³⁹ en función de los objetivos de investigación (Goetz & LeCompte, 1988; Patton, 2002; Valles, 2000).

Se considera participantes del sector nanotecnológico en el país a todos aquellos individuos que poseen algún tipo de conocimiento sobre la nanotecnología en Argentina o a nivel mundial. Esta aproximación al tema puede ser de forma directa – porque trabajan con nanotecnología, produciéndola o comercializándola- o indirecta – aquellas personas que por diferentes motivos tienen algún tipo de conocimiento sobre el funcionamiento del sector, pero no están en contacto directo con su producción-. Dentro del primer grupo se encuentran los científicos investigadores – físicos, químicos, etc.- y los empresarios. Pertenecen al segundo grupo los políticos vinculados con la ciencia, la tecnología y la

³⁸ En el trabajo de campo, los investigadores establecen relaciones más estrechas con ciertos informantes que los ayudan a continuar con el trabajo más allá de los fines de la entrevista, por ejemplo, contactándolo con otros informantes. A estas personas se las denomina informantes claves (Taylor & Bogdan, 1987).

³⁹ La pertinencia refiere a que por algún criterio teórico y/o empírico, los casos seleccionados son ricos (Patton, 2002) y representativos de los propósitos del estudio. Eso puede estar definido antes de comenzar la investigación, redefinirse durante el trabajo de campo o definirse una vez comenzado el mismo (Becker, 2008; Patton, 2002).

innovación, y las personas que pertenecen al campo académico de las ciencias sociales y por algún motivo conocen del tema.

La conformación del primer grupo – integrado por aquellos que poseen aproximación directa - surge de un modo sencillo a partir de la recopilación de la literatura analizada (FAN, 2010, 2012; Lau et al., 2015; MINCYT, 2009a, 2012, 2016). Diferenciamos aquí dos categorías de pertenencia: científico –investigador y empresario. En el primer subgrupo se encuentra la mayoría de quienes hacen nanociencia y la convierten en nanotecnología mediante la implementación de investigaciones en su campo. El segundo subgrupo está conformado por quienes llevan la nanotecnología al mercado.

El segundo subgrupo – integrado por aquellos que tienen relación indirecta con el tema - se conforma de un modo más subjetivo y surge de la profundización del proceso de investigación. Aquí se reconocen, por un lado, los políticos del campo de la ciencia, tecnología e innovación. Su decisión de “situar” la nanotecnología como sector clave para contribuir con el desarrollo del país, influyó en que éste recibiera grandes montos de financiamiento en los últimos años -al respecto, ver capítulo precedente-.

También dentro de este subgrupo se encuentran personas de la academia interesadas en el sector, que lo vinculan a sus campos de trabajo desde el punto de vista del impacto social, filosófico u económico, y estudiantes de carreras relacionadas con ciencia, tecnología e innovación.

Se advertirá que los grupos y subgrupos identificados como participantes del sector nanotecnológico en el país no constituyen categorías mutuamente excluyentes ni exhaustivas. Un ejemplo de tal solapamiento es el caso de participantes considerados como científico – investigador que comercializan con nanotecnología, que se desempeñan en lo que refiere a políticas de ciencia, tecnología e innovación, y que incluso publican artículos científicos en los que analizan el fenómeno de la nanotecnología desde un punto de vista social. Para saldar esta situación se considerará la “actividad principal” que desarrolla el participante al momento de clasificar la información que brindan. Se entiende como actividad principal aquella a la que el participante le dedica mayor cantidad de tiempo en la actualidad.

Para el presente trabajo, se seleccionaron exclusivamente casos de científicos – investigadores, políticos vinculados con la ciencia, la tecnología y la innovación y académicos que analizan la nanotecnología desde el área de la economía o la sociología. En otras palabras, se excluyen del análisis el conjunto de participantes vinculados a la nanotecnología desde el mercado. La justificación de este recorte se basa en la especificidad de la búsqueda. Se considera que la selección propuesta cuenta con información relevante sobre el desarrollo responsable de la nanotecnología y las decisiones de financiamiento del sector público estatal destinada a este sector.

La particularidad del grupo elegido es que poseen un fuerte solapamiento en cuanto a su vinculación con el campo de la política. Por esta razón en ciertos momentos del trabajo, se los mencionará como hacedores de política.

Se presenta a continuación la instancia de armado e implementación de la herramienta mediante la cual se ha recogido la información de los casos de estudio seleccionados. A partir del corpus teórico analizado en el primer capítulo, se confeccionó una guía de entrevista semiestructurada. Desarrollaremos las dimensiones analíticas que la integran y su aplicación en el grupo.

3.2.2. Armado de la guía para la entrevista

La realización de una herramienta de recolección de información cualitativa, responde al requisito del diseño de investigación experimental de modalidad derivativa que lleva adelante este trabajo.

El objetivo de esta etapa es la realización de entrevistas que combinen el conocimiento adquirido en el corpus teórico y la opinión de los participantes seleccionados con los criterios descriptos más arriba, que forman parte del sector nanotecnológico del país.

La entrevista es una situación social en la que interactúan por lo menos dos personas, con el propósito de obtener descripciones e interpretaciones sobre los significados de ciertos fenómenos, desde la mirada de los actores sociales. La narrativa que se produce en el intercambio, es una construcción in situ entre por lo menos dos participantes, en la que ambos participan de la elaboración del relato (Holstein & Gubrium, 1997). De esta práctica surge el carácter intersubjetivo en la co-construcción de los relatos (Fontana &

Frey, 2005; Holstein & Gubrium, 1997; Kvale, 1996; Patton, 2002; Silverman, 2016) que posibilita la entrevista.

Ante la falta de información sobre el funcionamiento del sector nanotecnológico en términos de responsabilidad, y de los detalles de las políticas de financiamiento al sector en el país, se indagó a participantes mediante entrevistas semiestructuradas (Navarro, 2009). Este tipo de entrevistas se materializa en una conversación con el informante que se desarrolla a partir de una secuencia de temas a cubrir, que pueden estar guiados por preguntas no son necesariamente fijas, sino que pueden ir variando en función del informante y de la situación. Para llevar adelante esta situación diádica, es clave contar con una lista de preguntas o temas a ser explorados sobre los que se quiere conversar.

La elaboración de la guía de entrevistas se estructuró en cuatro grupos de preguntas que abordan las diferentes dimensiones analíticas⁴⁰. Un primer grupo tiene la finalidad de asociar al entrevistado con el campo de la nanotecnología. El segundo grupo, busca indagar acerca de las diferentes iniciativas estatales de financiamiento dirigidas hacia la nanotecnología en Argentina. El tercero, se focaliza en el marco de responsabilidad e incluye preguntas sobre los riesgos, la regulación y la ética en la nanotecnología en Argentina. Finalmente, un cuarto grupo de preguntas indagó sobre la percepción del entrevistado acerca de las perspectivas futuras de la nanotecnología en el país.

Cada uno de los grupos de preguntas incluye al menos una dimensión analítica. En el primero, la dimensión vinculación con el sector permite clasificar al entrevistado como científico/investigador o como políticos del campo de la ciencia, tecnología e innovación.

Dentro del segundo grupo, la dimensión analítica políticas públicas de financiamiento plantea preguntas relacionadas con iniciativas estatales que permiten analizar la importancia de la nanotecnología para el Estado. En particular, se indagó sobre dos iniciativas estatales: la Fundación Argentina de Nanotecnología (FAN) y la Agencia

⁴⁰ Además de las preguntas abiertas, las entrevistas presentan una introducción en la cual se mencionan ciertas consideraciones éticas de la investigación en ciencias sociales (Meo, 2009, 2010). Estas consideraciones incluyen una presentación en la cual se indica en qué contexto se está haciendo la entrevista, el objetivo de la entrevista, el anonimato de las respuestas y la puesta a disposición del material producido a partir de las entrevistas realizadas. La introducción se presenta en el siguiente apartado.

Nacional de Promoción de la Ciencia y la Tecnología (ANPCyT). La elección de estos proyectos se basa en que cuentan con fondos específicos destinados a la nanotecnología por sobre otras iniciativas vinculadas (L'Hoste et al., 2015). Para no omitir ninguna iniciativa estatal que el informante considerara de interés mencionar, se incluyó una última pregunta sobre la existencia de alguna política pública de financiamiento no consultada.

El tercer grupo de preguntas se refiere a las dimensiones de ética, riesgos y regulación. Como se analizó en el corpus teórico desarrollado en los capítulos precedentes, estas dimensiones son útiles para indagar sobre perspectivas de un marco de responsabilidad lo que en general es desconocido por los entrevistados. Se consultó entonces respecto a las acciones que desarrolla el CECTE, por el conocimiento de riesgos que se asocian a la nanotecnología y por las regulaciones dentro del sector. Es necesario aclarar que no se incluyeron preguntas relacionadas con programas de la FAN sobre los riesgos y la regulación de la nanotecnología, como el Nanosustentable. La razón de esta no inclusión es que en el segundo grupo de preguntas se consultó sobre dicho programa explícitamente.

Finalmente, el cuarto grupo de preguntas se orienta a la dimensión de las oportunidades y desafíos de la nanotecnología. El nombre escogido responde a la denominación recurrente que emplea la literatura relacionada a la temática vista en perspectiva (Lavarello & Cappa, 2010; MINCyT, 2016; Vila Seoane, 2014). En esta línea, además de las preguntas directas sobre la situación presente, se incluyó una referida al conocimiento de la agenda de políticas públicas de la nanotecnología en el país, con el propósito de identificar las expectativas de los participantes respecto al desarrollo de la nanotecnología.

Con las dimensiones descriptas, surgidas del análisis del marco conceptual presentado en el primer capítulo de la tesis, se construyó la guía de entrevistas. A partir de ella se inició su implementación en el grupo seleccionado como informante, orientada a la co-construcción del conocimiento de la nanotecnología en Argentina.

3.2.3. Implementación de la entrevista

Realizar entrevistas implica un conjunto de suposiciones y entendimientos sobre una situación de intercambio, que no se encuentra normalmente asociada a una conversación casual (Adams, Khan, Raeside, & White, 2007; Denscombe, 2014; Valles, 2000). Por esta razón las condiciones de su implementación, que se detallará a continuación, han sido precedidas por la descripción del contexto conceptual de la nanotecnología en el país y los criterios empleados en la construcción de la guía de entrevistas.

En esta instancia del proyecto, las entrevistas se realizaron entre los meses de septiembre y diciembre de 2016. La mayoría de ellas se hizo de manera individual y presencial⁴¹, alcanzando un total de 20 entrevistas⁴². El detalle sobre la categoría del subgrupo al que pertenece el informante y su pertenencia institucional, se desagrega a continuación.

⁴¹ Hubo una entrevista grupal en la que respondieron conjuntamente dos participantes. Además, hubo cinco entrevistas que se realizaron de forma virtual. Es necesario aclarar que solo se implementaron entrevistas en forma virtual cuando no se pudo concretar una reunión presencial.

⁴² El número de entrevistas quedó delimitado el criterio de la saturación teórica (Strauss & Corbin, 2002; Strauss & Glaser, 1967) de las principales categorías y de la redundancia (Lincoln & Guba, 1985) de la información. Ambos criterios refieren a la idea de que las entrevistas que se están realizando no brindan nueva información en relación a las principales dimensiones del estudio.

Cuadro de informantes y pertinencia

Subgrupos de nanotec.	Pertinencia como informante
Académico	Directivo de REDES
Académico	Directivo de REDES
Académico	Especialista en políticas científicas y tecnológicas
Académico	Fundador y coordinador de ReLANS
Académico	Investigador de la UNMDP
Científico – Investigador	Ex investigador en el INIFTA
Científico – Investigador	Directivo del Instituto de Nanosistemas - Miembro del CECTE
Científico – Investigador	Investigador de la CNEA CAC - Integrante del CA de la FAN
Científico – Investigador	Directivo del INIFTA - Miembro del CC del NanoPymes
Científico – Investigador	Directivo del INQUIMAE - Integrante del CA de la FAN
Científico – Investigador	Investigador del INTEMA
Científico – Investigador	Investigador del CNEA CAB - Miembro del CECTE
Político de CTI	Directivo del INIFTA - Ex directivo del CONICET
Político de CTI	Directivo del FONARSEC de la ANPCyT
Político de CTI	Directivo del FONCyT de la ANPCyT
Político de CTI	Directivo del FONTAR de la ANPCyT
Político de CTI	Ex res. de ext. y dif. de la FAN - Ex Subs. de Pol. de CTI del MINCyT
Político de CTI	Ex Subsecretario de Políticas de CTI Productiva del MINCyT
Político de CTI	Fundación Argentina de Nanotecnología
Político de CTI	Secretario del CA de la FAN - Ex subsecretario de EI del MINCyT

Fuente: Elaboración propia

Durante la implementación, el investigador actúa como un oyente activo (Patton, 2002), actitud que requiere una atención constante y atenta sobre el relato que está presentando el informante (Guber, 2004). Tratándose de entrevistas semiestructuradas, es posible ajustar la planificación durante su realización, a medida que las cosas van ocurriendo (Denscombe, 2014). Esto se debe a que los diferentes modos de intervención deben ser considerados como disparadores que contribuyen a desarrollar un relato profundo (Navarro, 2009). La habilidad y experticia de aquél que pregunta y escucha atentamente para volver a preguntar, es central para comprender el carácter intersubjetivo de la estrategia a desarrollar⁴³ (Kvale, 1996).

En el inicio de la entrevista, el entrevistador le presenta al informante los propósitos generales de la investigación y el contexto institucional en que se realiza el estudio. Seguidamente, se solicita permiso para grabar, destacando la confidencialidad, anonimato

⁴³ En el transcurso de la realización de las entrevistas (armado de la guía e implementación) se siguieron las estrategias sugeridas por Kvale (1996).

y disponibilidad de todo el material (Denscombe, 2014; Meo, 2009, 2010). La presentación utilizada en nuestro caso es la siguiente:

Muchas gracias por permitirme hacer la entrevista. Esta es una tesis de doctorado en Ciencias Económicas en la Universidad de Buenos Aires. Uno de los objetivos de este trabajo es conocer y relacionar el financiamiento, con el marco de innovación responsable dentro del sector nanotecnológico del país. Con tu ayuda busco identificar las características del sector respecto al financiamiento y la responsabilidad. Toda la información es confidencial y anónima, de hecho, no voy a preguntar por nombres. Todo este material está a tu disposición. Te pido permiso para grabar.

Una vez realizada la presentación, se espera que el entrevistador inicie el diálogo con una pregunta (Denscombe, 2014; Valles, 2000) cuya importancia destacan varios autores (Denscombe, 2014; Guber, 2004; Kvale, 1996; Patton, 2002). Ésta debe ser claramente enunciada, general y descriptiva, y ofrecer al informante la posibilidad de expresarse libremente (Navarro, 2009). En nuestro caso, la primera pregunta corresponde a la dimensión vinculación con el sector de nanotecnología: ¿Cuál es tu relación con el sector nanotecnológico? A ésta le siguen otras dos - ¿Hace cuánto trabajas en el sector? ¿Qué me podrías contar del sector? - que se enmarcan en lo que Guber (2004) define como momento de apertura.

Le sigue lo que esta autora define como momento de focalización y profundización de la temática en particular (Guber, 2004); en nuestro caso se trata de las iniciativas estatales de financiamiento a la nanotecnología y el desarrollo responsable de la nanotecnología.

Respecto a iniciativas estatales de financiamiento se pregunta ¿Qué me podrías contar acerca de la FAN (Fundación Argentina de Nanotecnología)? ¿Qué me podés contar acerca de la ANPCyT (Agencia Nacional de Promoción de Ciencia y Tecnología)? ¿Conoces algún otro tipo de política pública de financiamiento vinculada con la nanotecnología? En lo que respecta a la dimensión desarrollo responsable de la nanotecnología, las preguntas son las que siguen: ¿Qué me podés contar de las consideraciones éticas en la nanotecnología? ¿Qué me podés contar acerca de la CECTE (Comité de Ética en Ciencia y Tecnología)? ¿Conoces algunas medidas para tener en cuenta la responsabilidad científica de los procesos? ¿Existen riesgos asociados a la nanotecnología? ¿Cuáles son los riesgos que asocias a la nanotecnología? ¿Conoces cómo

se regulan los riesgos asociados a la nanotecnología en Argentina? ¿Podrías mencionar algún organismo regulatorio que trabaje con nanotecnología?

El cierre de la entrevista permite descubrir aquellos temas o preguntas a realizar en instancias futuras. En nuestro caso, corresponde a la dimensión que indaga las oportunidades y desafíos en la nanotecnología, se pregunta: ¿Desde tu punto de vista cuáles son tus perspectivas sobre la nanotecnología en Argentina? ¿Cuáles son las oportunidades de la nanotecnología? ¿Cuáles son los desafíos de la nanotecnología? ¿Qué me podés contar de la agenda futura vinculada con la nanotecnología? El fin de este grupo de preguntas es identificar aquellos temas emergentes que podrían ser incorporados a la guía de entrevistas, para refinar el modo de interrogar sobre el fenómeno del desarrollo responsable de la nanotecnología.

La tarea de entrevistar se aprende en la práctica, entrevistando (Kvale, 1996). La reflexión crítica sobre esta tarea, que incluye la escucha atenta de las grabaciones y la lectura minuciosa de los testimonios, son herramientas útiles para evaluar y en caso de ser necesario, corregir el modo de entrevistar.

En el apartado que sigue, se procede a la reducción y despliegue de los datos y a la extracción de conclusiones a partir de los aportes de los participantes seleccionados. En particular, se explica el proceso mediante el cual se utilizaron las respuestas de las entrevistas para encontrar códigos, categorías y temas emergentes sobre la relación existente entre el financiamiento estatal a la nanotecnología en el país y el marco de responsabilidad. También se presentan las redes conceptuales y las matrices que permiten el análisis de los datos cualitativos.

En el final del capítulo se explica cómo, a través del análisis de los datos cualitativos mediante procedimiento inductivo, se construyeron variables e hipótesis con las que se realizó el cuestionario que se usará en la etapa cuantitativa.

3.3. El análisis de los datos: la reducción, el despliegue y la extracción de conclusiones

Una vez presentado el procedimiento de recolección de la información otorgada por los informantes de la nanotecnología, le sigue el análisis de los datos. El criterio empleado consta de tres subprocesos ligados entre sí: reducción de datos, despliegue de datos y extracción de conclusiones (Miles & Huberman, 1984, 1994a). Cada uno de ellos tiene lugar en diferentes momentos del proceso: antes de la recolección de los datos, durante el diseño y planificación del estudio; durante la recolección de datos conforme se llevan a cabo los análisis provisorios y tempranos; y después de la recolección de datos, cuando se abordan y completan los análisis.

3.3.1. La codificación para la reducción de los datos

Una vez que se desgraban las entrevistas, los datos aportados por los informantes se encuentran disponibles para el análisis. Se inicia aquí la reducción de los datos. Este subproceso dentro del análisis, permite administrar la información conforme el marco conceptual de la investigación.

La reducción de datos consiste en la codificación⁴⁴, selección y sistematización de la información que surge de las entrevistas, para facilitar su análisis (Miles & Huberman, 1994b). La codificación constituye una etapa intermedia entre la recolección de datos y el análisis, basada en la comparación constante de similitudes y diferencias en una dinámica que va desde la reducción hacia el despliegue de los datos (Strauss & Glaser, 1967). Éstos se descomponen en temas, categorías y dimensiones para luego recomponerse en una nueva unidad interpretativa, que será el argumento central del análisis.

Si bien dentro del marco de teoría fundamentada la codificación es un medio para la generación de nueva teoría (Strauss & Corbin, 2002), en este trabajo se empleará con el fin de refinar las definiciones tentativas con las que se inició el estudio, encontrar nuevas conexiones entre temas y descubrir categorías y temas emergentes sobre la

⁴⁴ Además de la codificación, para la reducción de datos, es posible utilizar resúmenes de datos, búsqueda de temas, agrupamiento y redacción de historias.

nanotecnología responsable y el financiamiento destinado por el sector público estatal (Dabenigno, 2005; Gorra, 2007).

Para la construcción del manual de códigos utilizado en la reducción de datos⁴⁵, se siguió una estrategia subdividida en diversas actividades (Dabenigno, 2005). Como primera actividad se inició la codificación leyendo la primera entrevista y escribiendo en sus márgenes rótulos y temas conexos a cada segmento. Como era de esperarse, la mayoría de esos códigos surgen del corpus teórico que enmarca la investigación. Como segunda actividad se reitera este procedimiento de lectura en dos o tres entrevistas más, para enriquecer el listado. La tercera actividad consiste en codificar las siguientes transcripciones con ese segundo manual. En la cuarta actividad se busca repensar los códigos, redefinir aquellos que serán los centrales y los subsidiarios, y avanzar en la conexión entre los diferentes temas⁴⁶. La quinta actividad es el cierre del listado de códigos cuando éste está saturado. Esto ocurre cuando no surgen grandes noticias al incluir nuevos casos. El cierre del listado finaliza el proceso de sistematización de datos y permite definir las categorías centrales de la investigación.

En la construcción del manual se empleó un procedimiento eminentemente inductivo, utilizando varias de las entrevistas realizadas en el trabajo de campo. Para ello, se leyeron las entrevistas y a partir de las primeras transcripciones se comenzaron a armar las listas de códigos⁴⁷. De este procesamiento surgieron 16 grandes dimensiones que componen el listado utilizado: Desafíos (DE), Oportunidades (OP), Modo de producción (MP), Campos de aplicación (CA), Cadena de valor (CV), Sectores (S), Grupos de investigación y desarrollo (GID), Empresas (E), Vinculación (VI), Políticas públicas de articulación y promoción (PPA), Políticas públicas de financiamiento (PPF), Políticas públicas

⁴⁵ Incluido en el apéndice A de la tesis.

⁴⁶ Aquí hace falta considerar si es necesario reagrupar algunos códigos; si, por el contrario, hace falta desmenuzar algún código para lograr más precisión; si hay un concepto teórico que sirve para conectar dos o más códigos que se pensaron inicialmente de forma separada.

⁴⁷ Otra posibilidad hubiese sido utilizar un proceso deductivo, donde la construcción del manual comenzaría con las mismas dimensiones incluidas en el armado de la guía de entrevista.

internacionales (PPI), Burocracia de las políticas públicas (PPB), Ética (ET), Regulación (RE) y Riesgo (RI). Estas dimensiones agruparon un total de 70 códigos.

En el proceso de refinamiento del listado, surgieron conceptos emergentes que llevaron a crear nuevos códigos. Utilizando una codificación in vivo (Saldaña, 2009) se incorporaron, por ejemplo, los códigos: RE NANOSUST: iniciativa Nanosustentable de la FAN; RI TOXI: nanotoxicología.

El proceso de refinamiento de los códigos condujo al reagrupamiento de la primera versión. Como ejemplo de esta readecuación, los códigos iniciales CA DD: drug delivery; CA ME: medicina, se reagruparon en el código CA SA: salud. En igual sentido, utilizando términos conceptuales a partir de la transcripción de la entrevista empleada en el ejemplo, se creó la categoría Cadena de valor (CV) que agrupa los códigos CV PF: producto final; CV PI: producto intermedio y CV MP: material prima.

El principal problema que presentó la codificación, se centró en la imposibilidad de armar un listado de códigos inicial que estuviera mayoritariamente conformado a partir de los bloques de preguntas realizadas en la entrevista. Esto se suscitó debido a que, en el momento de elaboración de la primera guía de entrevistas, se tenía un bajo nivel de conocimiento de la temática de nanotecnología en general y de la perspectiva de los informantes en particular. Advertir tales inconvenientes durante el proceso de armado del listado de códigos condujo a la modificación y adecuación de la entrevista semiestructurada⁴⁸.

Presentado el proceso de codificación implementado, se analizará el despliegue de los datos. Para ello se utilizan matrices que contienen datos aportados por los participantes y redes conceptuales que vinculan las temáticas que surgieron a partir de la codificación presentada.

3.3.2. Las matrices y las redes para el despliegue de los datos

El despliegue de datos, entendido como un montaje organizado y comprimido de información que permite la extracción de conclusiones y/o la toma de acción, constituye

⁴⁸ La guía de entrevista que se presenta en el apéndice B, es la guía final.

la segunda instancia del análisis (Miles & Huberman, 1994a). En este subproceso se requiere ver un conjunto reducido de datos, que se tomará como base para pensar sobre sus significados. Entre los diversos tipos de montajes que se utilizan para el despliegue de datos cualitativos⁴⁹, en este trabajo se emplearán los diagramas en forma de red o redes conceptuales (Strauss, 1987; Werner, Schoepfle, & Abbott, 1987) y las matrices de texto (Eisenhardt, 1989; Miles, Huberman, & Saldaña, 2014). Puntualmente se presentan a continuación dos matrices y una red conceptual.

Las matrices temáticas se utilizan para la descripción y el análisis de la palabra de los informantes sobre el tema investigado. Las columnas, presentan las dimensiones analíticas asociadas con el desarrollo responsable de la nanotecnología - riesgo, ética y regulación- y algunas de las asociadas al financiamiento público estatal - oportunidades, desafíos y políticas públicas de financiamiento⁵⁰-. Los datos incorporados dentro de ambas matrices surgen de la combinación y síntesis de la palabra del informante, el código asociado al extracto de entrevista seleccionado y extractos verbatim que sostienen la síntesis previa.

En lo que respecta a la primera matriz – desarrollo responsable de la nanotecnología- se han seleccionado tres informantes cuya pertinencia puede contribuir a profundizar el conocimiento de la dimensión desde el marco conceptual que sostiene esta tesis. El primero de ellos ha sido responsable del programa Nanosustentable de la FAN que aborda el tema de los riesgos en la nanotecnología. El segundo informante es miembro del CECTE y el tercero fue elegido por su trayectoria y conocimiento del tema, en tanto ha sido director del CONICET.

⁴⁹ Los montajes más focalizados pueden incluir resúmenes estructurados, sinopsis (Wertz, 1983), viñetas (Erickson, 1986).

⁵⁰ También se ha incluido la dimensión analítica *vinculación*. Los datos correspondientes a esta columna sirven para identificar que la pertinencia del informante, que surgió del contexto conceptual, coincide o no con la auto-vinculación que hace quien responde la entrevista.

Matriz de análisis de las dimensiones del desarrollo responsable de la nanotecnología

Informante	Vinculación	Riesgos	Ética	Regulación
<p>Político de CTI Ex responsable del programa Nanosustentable FAN - Ex Subsecretario de Políticas de CTI Productiva del MINCYT</p>	Desde la política VI POL	Necesidad de considerar los riesgos RI NANOP	Desatención actual de temas éticos ET MARC	Falta de regulación RE ORG
	<p>"Nunca hice mesada. Es decir, nunca trabajé en nanotecnología. Estuve trabajando en políticas, en marcos regulatorios y en aspectos que tuvieran que ver con los primeros financiamientos de punta."</p>	<p>"... en el año 2011/2012, el ministro dice que no se puede seguir promoviendo la nanotecnología sin una discusión profunda respecto a los riesgos..."</p>	<p>"... hubo una iniciativa muy interesante que venía de Europa, para discutir un marco ético para la investigación en nanotecnología... Esa discusión, así como se abrió se cerró..."</p>	<p>"...los organismos regulatorios no hacen ningún tipo ni de apropiación ni de reflexión sobre este tema... aunque sea copiando protocolos."</p>
<p>Científico – Investigador Investigador del CNEA CAB - Miembro del CECTE</p>	Desde la cie. y pol. VI CIEN VI POL	Necesidad de considerar los riesgos en el medioambiente RI MEAM	No atención de las particularidades en ética de la investigación ET CECTE	Necesidad de regulación en los laboratorios RE LAB
	<p>"Soy investigadora principal del CONICET... Mi relación con la nanotecnología es más bien con la nanociencia... Me he relacionado con la cuestión de política en nanociencia desde el punto de vista de la ética en nanotecnología."</p>	<p>"... tenemos que avanzar muchísimo, en cómo manejar los residuos químicos de la sociedad y el cuidado del medioambiente."</p>	<p>"Dentro del CECTE decidimos empezar con un código de ética que llamamos "Proposiciones para una ética responsable" dentro de la ciencia en general. Tiene sus particularidades la nanotecnología dentro de lo que es la ética de investigación genérica."</p>	<p>"... la seguridad de los laboratorios. En cuanto a la cuestión de infraestructura y seguridad, en Argentina, hay muchas cosas que no funcionan bien y no están bien controladas."</p>
<p>Político de CTI Directivo del INIFTA - Ex directivo del CONICET</p>	Desde la ciencia VI CIEN	Falta de financiación a proyectos que trabajen el tema de riesgos RI NANOTOX	Necesidad de un código de ética propio ET COD	Falta de difusión y coordinación en temas regulatorios RE OBS
	<p>"En el año 88 viaje a España para hacer una estancia posdoctoral. Después trabajé en microscopia de efecto túnel que es un instrumento paradigmático de la nanotecnología... En España me especialicé en esa técnica y en el 92 abrí un laboratorio de microscopia de fuerza atómica y efecto túnel. El laboratorio estaba en el INIFTA."</p>	<p>"Hay pocos grupos que hacen investigación en... nanotoxicidad, por ejemplo. Eso es un déficit. El Ministerio tendría que apostar en poner líneas de investigación. PICT en naoriesgo... Debería haber una línea de subsidios específico para este tema."</p>	<p>"un código de ética... Para nosotros podía significar un freno a nuestras investigaciones, porque incluía el principio precautorio, en el cual cualquier cautelar frenaba el desarrollo... Hay que moverse con las mismas líneas de juego internas."</p>	<p>"Nos falta trabajar con un observatorio... No hay un congreso, no hay un taller... donde se pongan sobre la mesa los últimos avances... acerca de... lo que se está legislando. En algún momento nos consultaron de las ART que querían tener una comisión en nano. Hay iniciativa, falta coordinación en concreto."</p>

Fuente: elaboración propia

En lo que respecta a la segunda matriz - financiamiento de la nanotecnología - se han seleccionado tres informantes cuya pertinencia puede contribuir a profundizar el conocimiento de la dimensión. El primero de ellos ha sido Subsecretario de Políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva del Ministerio y como tal, presuponemos que conoce los criterios que orientaron el financiamiento del sector. El segundo informante es directivo del Fondo Nacional Sectorial – que integra la ANPCyT -, que ha sido el encargado del mayor financiamiento a la nanotecnología (FSNANO 2010 y 2012). El último informante es un científico con activa participación en lo que atañe al financiamiento de la nanotecnología en general, que posibilitará incorporar el punto de vista de la ciencia en la asignación de recursos.

En las columnas, se han incluido ciertas dimensiones asociadas al financiamiento público estatal destinado a la nanotecnología. Es necesario aclarar el motivo de esta selección que excluye otras posibles, como podría haber sido políticas públicas internacionales o burocracia de las políticas públicas.

La dimensión analítica oportunidades busca identificar las razones por las que la nanotecnología se incorporó y permanece en la agenda de los políticos vinculados a la ciencia, tecnología e innovación. Con la dimensión desafíos se pretende conocer en profundidad las perspectivas y continuidad de los fondos destinados a nanotecnología. En este sentido, es razonable deducir que los financiamientos futuros podrían orientarse hacia donde los hacedores de política detecten un obstáculo. Finalmente, se ha incluido la dimensión política públicas de financiamiento con la intención de identificar aquellas que los informantes destacan especialmente. Si bien todas las dimensiones analíticas se encontraban incluidas en la guía de entrevistas, esta última estaba planteada de manera difusa cuando se preguntaba por iniciativas del sector público estatal vinculadas con la nanotecnología.

Matriz de análisis de las dimensiones vinculantes financiamiento de la nanotecnología

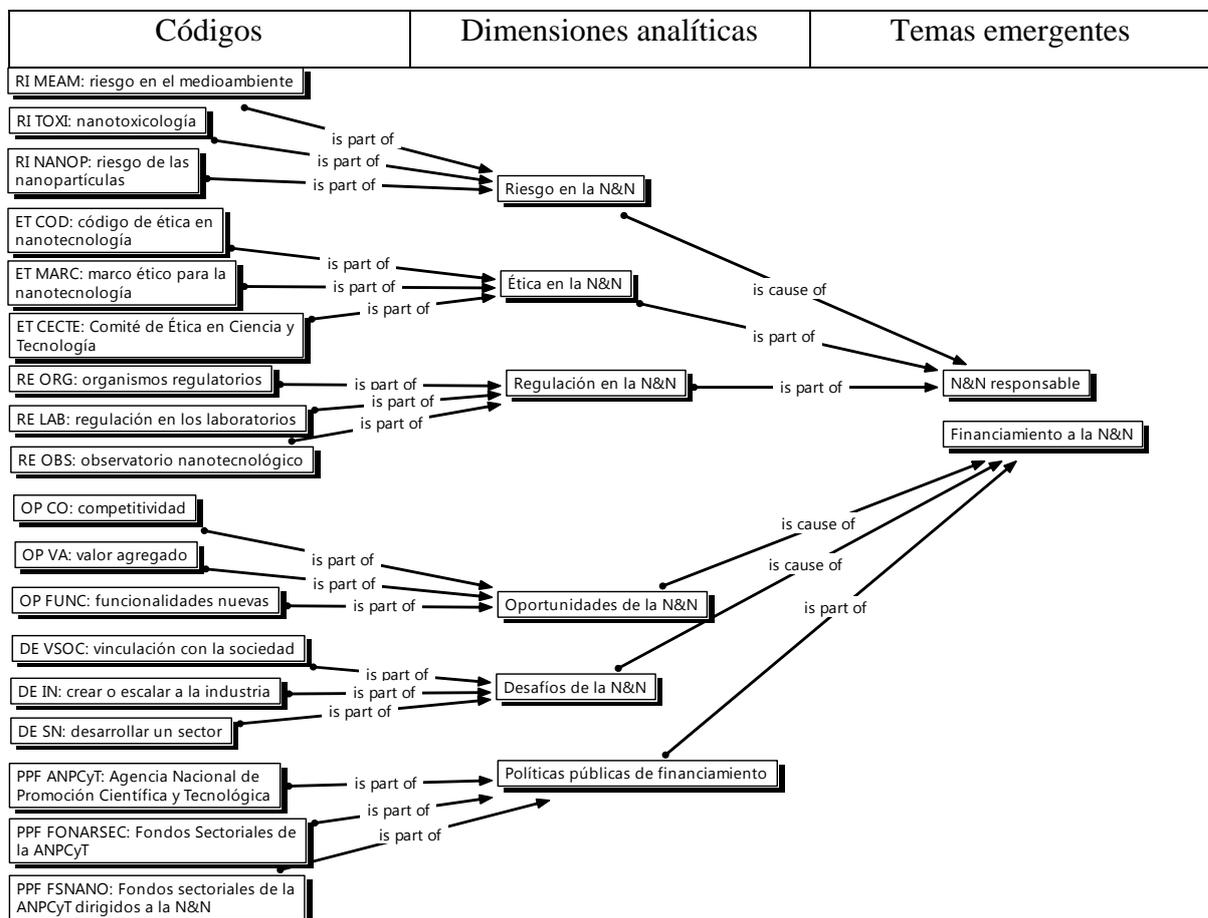
Informante	Vinculación	Oportunidades	Desafíos	Pol. púb. de fin.
Político de CTI Ex Subsecretario de Políticas de CTI Productiva del MINCyT	Desde la política VI POL	Creación de nuevos materiales OP COMP	Escalar la nanotecnología a la industria DE IN	Implementación del FONARSEC PPF FONARSEC
	<i>“Mi aproximación a los temas de ciencia y tecnología son una particularidad. Yo me aproximo a esto desde las políticas públicas...”</i>	<i>“...promover la nanotecnología como recurso y sobre todo por el lado de materiales, que es enorme el potencial que hay.”</i>	<i>“...hay mucho menos estandarización de soluciones en la industria con una base fuerte en nanotecnología. Que puedas tratar materiales o sustituir un proceso a partir de principios de nanotecnología.”</i>	<i>“Lo que hicimos fue formar mesas de implementación para pre formular proyectos..., asociativos. Muchos se canalizaron a través del FONARSEC.”</i>
Político de CTI Directivo del FONARSEC de la ANPCyT	Desde la política VI CIEN	Creación de empresas de base tecnológica OP VA	Falta de inversión del sector privado DE SN	Financiación de CAPP PPF FSNANO
	<i>“Fui secretaria de ciencia y técnica en la provincia de Santa Fe... se planteó el tema del FONARSEC y me pusieron a cargo.”</i>	<i>“... donde hubo cosas más interesantes es en algunas empresas de base tecnológicas nuevas que se crearon”</i>	<i>“... hay grupos, pero empresas que hagan desarrollos terminales para nano específicamente hasta ahora, según mi percepción, no hay. Este es un desafío a mediano y largo plazo e implica desarrollar competencias particulares que requieren mucha inversión por parte del sector privado.”</i>	<i>“Nosotros financiamos ocho proyectos de nanotecnología en el marco del Banco Mundial. Los proyectos son buenos. Dieron origen a patentes, a publicaciones, generaron ventajas para algunas empresas participantes de los consorcios.”</i>
Científico – Investigador Directivo del INIFTA - Miembro del CC del NanoPymes	Desde la ciencia VI CIEN	Creación de nuevas funcionalidades de los materiales OP FUNC	Vinculación de la ciencia con la sociedad DE VSOC	Financiación por resultados PPF ANPCyT
	<i>“En el año 2000 hice un posdoctorado en EEUU. Fue cuando EEUU estaba comenzando el auge de la nanotecnología. Volví con la idea de tratar de orientar nuestros trabajos, que no estaban demasiado lejos, hacia aplicaciones en nanotecnología.”</i>	<i>“... ir a fondo con los materiales para entender la naturaleza íntima de todo esto para generar nuevas funciones y nuevas propiedades que permitan atender viejos y nuevos problemas.”</i>	<i>“... que nuestro sistema científico pueda articularse de manera transparente, con otros organismos del Estado que estén más cercanos a la producción, de la generación de empleo, del bienestar de la sociedad en general.”</i>	<i>“... presentas un informe final... pero nadie lo va a evaluar para darte o no darte financiamiento. Me parece que habría que... establecer evaluaciones finales que sean vinculantes a la próxima convocatoria... Que el éxito o fracaso sea la responsable del proyecto.”</i>

Fuente: elaboración propia

Tras describir las características de las matrices de los datos cualitativos referidos al desarrollo responsable de la nanotecnología y al financiamiento del sector público estatal, se presentará la red conceptual que vincula ambos temas.

Una red es un conjunto de nodos o puntos conectados por líneas, que permite mostrar interacciones complejas entre variables. Su empleo proporciona una narrativa que en general tiende a ser cortada analíticamente en las matrices. Son muy útiles cuando se necesita focalizarse en múltiples variables al mismo tiempo, para analizarlas de una manera rápida. Dentro de la red que se presenta a continuación, se incluyen los códigos, las categorías y los temas emergentes del análisis de los datos.

Red conceptual: temas emergentes del desarrollo responsable de la nanotecnología y el financiamiento a la nanotecnología a partir de los códigos y las dimensiones analíticas



Fuente: elaboración propia.

En esta red conceptual se pueden distinguir tres columnas. En la primera se presentan los códigos utilizados en la codificación de los extractos de entrevista a los informantes seleccionados en las matrices previas. En la segunda columna se presenta la agrupación de códigos en las dimensiones analíticas riesgo, ética, regulación, oportunidades, desafíos y políticas públicas de financiamiento de la nanotecnología. La tercera presenta los temas emergentes del análisis cualitativo del desarrollo responsable de la nanotecnología y el financiamiento a la nanotecnología. La relación existente entre los temas emergentes, forman parte de las hipótesis que se formularán en la etapa de extracción de conclusiones.

El subproceso de extracción de conclusiones es el último paso del análisis de los datos cualitativos y se vincula con el análisis cuantitativo que se presentará en el próximo capítulo.

Al respecto, en la extracción de conclusiones, se agrega un tema emergente adicional referido a los proyectos de nanotecnología. Éstos se presentan como el tema que vincula las dos dimensiones cualitativas - desarrollo responsable de la nanotecnología y el financiamiento a la nanotecnología-. En base a la relación existente entre estos temas se presentarán las hipótesis a contrastar en la etapa cuantitativa de esta investigación cuya unidad de análisis serán los proyectos de nanotecnología.

3.3.3. Extracción de conclusiones y formulación de hipótesis: proyectos de nanotecnología

La extracción de conclusiones requiere del investigador la interpretación de los datos desplegados. Como fue señalado al describir el momento de la implementación de la guía de entrevistas, el carácter intersubjetivo de la co-construcción de los relatos se plasma en esta etapa de la investigación (Fontana & Frey, 2005; Holstein & Gubrium, 1997; Kvale, 1996; Patton, 2002; Silverman, 2016). Las alternativas posibles para realizar este subproceso del análisis son variadas⁵¹. En este caso se optó por el método confirmatorio,

⁵¹ Dentro de las tácticas se pueden mencionar, por un lado, la comparación/contraste, la advertencia de patrones y temas, el apiñado y la utilización de metáforas. Por el otro, las tácticas confirmatorias, como la triangulación, la búsqueda de casos negativos, la persecución de sorpresas y el chequeo con los respondientes de los resultados (Miles y Huberman, 1994).

que permite analizar ciertos presupuestos que se realizaron a medida que se construía el contexto conceptual de la tesis, y durante el trabajo de campo.

Para hacer inferencias y extraer conclusiones de las matrices y las redes, es útil empezar con una revisión rápida de las filas y columnas de la matriz y de las relaciones trazadas en la red e identificar qué argumentos surgen respecto al desarrollo responsable de la nanotecnología y al financiamiento. Para extraer las primeras conclusiones se utiliza la identificación de patrones en los datos desplegados.

Como se mencionó en el primer apartado, para reconsiderar la incorporación de un marco de responsabilidad a nivel nacional, la alternativa elegida fue desglosar al desarrollo responsable de la nanotecnología en las dimensiones riesgos, ética y regulación y analizar la presencia de cada una de ellas para el caso argentino. En cuanto a los primeros – riesgos -, los informantes han expresado la necesidad de considerarlos y de que los proyectos de nanotecnología trabajen sobre este tema. En cuanto a las consideraciones éticas, se remarcó su actual desatención y la necesidad de considerar las particularidades de la nanotecnología local. En cuestiones de regulación, se destacó la ausencia de organismos encargados del tema, particularmente en los laboratorios, y de la falta de difusión sobre el asunto. En conclusión, advirtiendo un déficit en las tres dimensiones analíticas consideradas, se está en condiciones de afirmar que el desarrollo de la nanotecnología en el país no es responsable.

Con respecto al financiamiento, decíamos más arriba que se propone considerar las dimensiones analíticas oportunidades y desafíos - para conocer las motivaciones y pasos a seguir de quienes toman las decisiones en la asignación de recursos a la nanotecnología local – y políticas públicas de financiamiento – para comprender el estado de situación actual -. Sobre los desafíos, se ha expresado la necesidad de escalar la nanotecnología a la industria, haciendo mención sobre la falta de inversión del sector privado y la necesidad de involucrar a la sociedad en general. En lo referente a las políticas públicas, los consultados destacan la importancia de los fondos destinados al sector, pero advierten sobre la necesidad de reparar ciertas falencias a la hora de asignar los recursos a los proyectos. Se concluye entonces que, si bien se ha financiado a la nanotecnología, en proyectos científicos y del Consorcio Asociativo Público Privado (CAPP), aún es necesario desarrollar un mercado para en el que hace falta involucrar al sector privado.

Con el propósito de esclarecer y profundizar las implicancias conceptuales de las conclusiones precedentes, es necesario realizar una explicación más detallada de los temas emergentes del análisis cualitativo, detallando relación existente entre ellos y generalizando los resultados. Establecer una relación entre los temas emergentes, requiere vincular las dimensiones del desarrollo responsable de la nanotecnología con financiamiento del sector público estatal. Se propone realizar un testeo hipotético que permita reafirmar estas conclusiones tempranas, su confirmación, chequeo y verificación. En este punto, es necesario definir una unidad de análisis que además de servir para la etapa cuantitativa de la investigación, permita establecer la relación entre estas dimensiones. A partir de revisar la palabra de los informantes, se considera que la unidad de análisis se encuentra dada por los proyectos de nanotecnología.

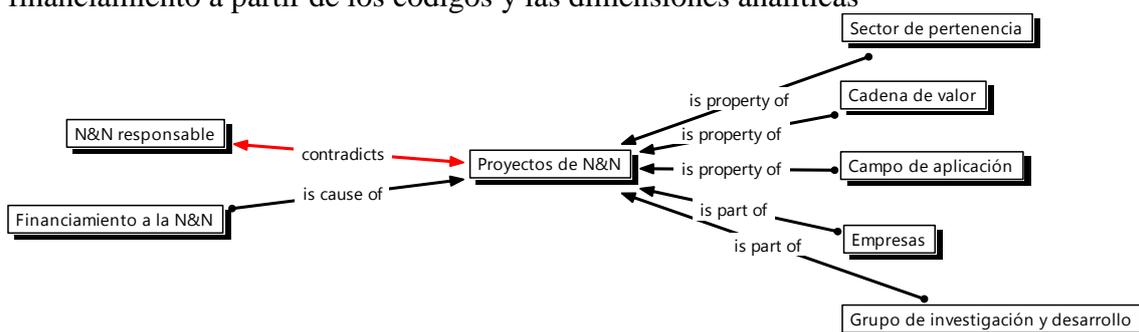
De este modo, los proyectos de nanotecnología se constituyen como un tema emergente adicional que permite refinar las conclusiones del análisis cualitativo. Los proyectos de nanotecnología agrupan las siguientes dimensiones: Modo de producción (MP), Campos de aplicación (CA), Cadena de valor (CV), Sectores (S), Grupos de investigación y desarrollo (GID), Empresas (E). Además de reunir estas dimensiones, los proyectos de nanotecnología permiten relacionar los temas emergentes señalados previamente – desarrollo responsable de la nanotecnología y financiamiento a la nanotecnología-.

Teniendo en cuenta las dimensiones analíticas y los temas emergentes que se vinculan con los proyectos de nanotecnología, se realiza el despliegue de los datos aportados por los informantes mediante la elaboración de una red conceptual⁵².

Dentro de la red se establecen en particular las relaciones entre las dimensiones, los temas emergentes analizados previamente y los proyectos de nanotecnología. De ellas será posible establecer una hipótesis pertinente para el análisis cuantitativo.

⁵² La matriz utilizada para el despliegue de las palabras de los informantes clave respecto a los proyectos de nanotecnología se encuentra en el apéndice C.

Red conceptual: temas emergentes del desarrollo responsable de la nanotecnología y el financiamiento a partir de los códigos y las dimensiones analíticas



Fuente: elaboración propia.

Tanto las dimensiones contenidas en la red, como los temas que vinculan los proyectos de nanotecnología, son atributos que pueden fluctuar y cuya variación es susceptible de medirse u observarse, es decir, de ser consideradas como variables.

Si se observan las categorías de los proyectos de nanotecnología que surgen de las dimensiones que agrupa ese tema emergente, se advertirá que éstos pueden utilizar diferentes modos de producción; tener diferentes campos de aplicación; contribuir en diferentes etapas de la cadena de valor y corresponder a grupos de investigación y empresas pertenecientes a diferentes sectores.

Desde el punto de vista del análisis cualitativo si se consideran las variables de los proyectos de nanotecnología que surgen de los temas emergentes, existen proyectos que son responsables y otros que no los son. En igual sentido, algunos de ellos han recibido financiamiento del sector público estatal y otros no lo han recibido.

En el ámbito de la investigación científica, las hipótesis son proposiciones tentativas acerca de las relaciones entre dos o más variables que se apoyan en conocimientos organizados y sistematizados. A partir del análisis presentado en este capítulo, es posible establecer una hipótesis que da cuenta de la relación existente entre los temas emergentes analizados cualitativamente. En particular, entre las variables grado de responsabilidad y monto de financiamiento recibido por los proyectos de nanotecnología.

La hipótesis emergente del análisis cualitativo presentado y sobre la cual se centrará la etapa cuantitativa de la investigación es la siguiente:

No existe relación entre el grado de responsabilidad y el monto de financiamiento estatal recibido por los proyectos de nanotecnología.



Fuente: elaboración propia

Se trata de una hipótesis general que involucra dos variables – grado de responsabilidad y monto de financiamiento – relacionadas con los proyectos de nanotecnología que surgen del análisis cualitativo. Su formulación expresa lo que este trabajo intenta probar y ofrece una explicación tentativa al fenómeno investigado ya que tiene en cuenta el contexto conceptual del desarrollo responsable de la nanotecnología en el país y la palabra de aquellos que se consideran informantes.

De este modo se ofrece una respuesta provisional a la pregunta de investigación que guía este trabajo: ¿Son responsables los proyectos de nanotecnología que han recibido financiamiento del sector público estatal? Para avanzar hacia una respuesta definitiva es necesario la comprobación empírica y su verificación en la realidad.

Conclusión del capítulo

En este capítulo se presentó una metodología que permite estudiar el desarrollo de la nanotecnología local desde un marco de responsabilidad. Para hacerlo se desplegó una estrategia exploratoria y cualitativa que, a través de entrevistas a referentes del sector en el país, permitió identificar y analizar las dimensiones de la nanotecnología desde el marco propuesto. Concluida esta etapa, será posible generalizar los resultados mediante un diseño cuantitativo que se describirá en el siguiente capítulo.

En el primer apartado se presentó la propuesta metodológica que se utilizará para abordar el estudio del desarrollo responsable de la nanotecnología. Al hacerlo se delimitaron las características y alcance del fenómeno de estudio – desarrollo de la nanotecnología – y las dificultades de su abordaje desde un marco de responsabilidad. Para reconsiderar su incorporación a nivel nacional fue necesario remitirse al surgimiento de este concepto, teniendo en cuenta que el desarrollo responsable de la nanotecnología se puede dividir en dos categorías. Por un lado, las implicancias sobre el medioambiente y la salud. Por el otro, las consideraciones éticas, legales y las cuestiones sociales involucradas con su desarrollo. Se propuso entonces, desglosar el marco de responsabilidad en las dimensiones de riesgos, ética y regulación y analizarlas para el caso de Argentina. La ausencia de investigaciones en este aspecto a nivel local, justificó la elección de un diseño de investigación exploratorio secuencial.

En el segundo apartado, se presentaron las acciones desarrolladas en la etapa cualitativa para la recolección de datos. Se describieron los criterios de elección de los informantes seleccionados para integrar la muestra; el proceso de construcción de las guías para las entrevistas semiestructuradas y las dimensiones de análisis incluidas en las mismas. Finalmente, se explicó el modo de implementación de las entrevistas – introducción y orden de las preguntas realizadas –. Los informantes seleccionados para reunir los datos cualitativos fueron científicos – investigadores, políticos vinculados con la ciencia, la tecnología y la innovación, y académicos que analizan la nanotecnología desde el área de la economía o la sociología. La justificación de este recorte es que éstos poseen mayor información respecto a su desarrollo responsable y sobre las decisiones de financiamiento del sector público estatal destinada al sector. La particularidad del grupo elegido es que poseen un fuerte solapamiento en cuanto a su vinculación con el campo de la política. Por esta razón en ciertos momentos del trabajo, se los menciona como hacedores de política.

En el apartado final del capítulo se describió el proceso de análisis de los datos cualitativos. Para hacerlo se presentaron los subprocesos de reducción – codificación de las entrevistas - y despliegue de los datos – utilizando matrices y redes conceptuales – y la extracción de conclusiones. A partir de ellas se presentaron los proyectos de nanotecnología, como unidad de análisis para la investigación cuantitativa, y las dimensiones éticas, riesgo y regulación para abordar el estudio desde un marco de responsabilidad. Presentadas las variables, grado de responsabilidad y monto de financiamiento, mediante su articulación se planteó la hipótesis a contrastar en la investigación, referidas a los proyectos de nanotecnología:

No existe relación entre el grado de responsabilidad y el monto de financiamiento estatal recibido por los proyectos de nanotecnología.

Una vez delimitada la unidad de análisis e inducida la hipótesis que relaciona el financiamiento del sector público estatal con el desarrollo responsable de la nanotecnología, el capítulo que sigue desarrollará la etapa cuantitativa de la investigación. En él se describe el diseño y elaboración de un cuestionario que reúne e indaga desde diversas variables los proyectos de nanotecnología financiados con recursos del Estado. A lo largo del mismo se describirán los pasos para su implementación – prueba piloto, revisión y re-implementación del mismo – estableciendo como unidades de análisis a los proyectos de nanotecnología y como unidad respondiente a aquellos participantes que formaron o forman parte los proyectos analizados seleccionados a través de muestra representativa.

4. El grado de responsabilidad en los proyectos de nanotecnología

Introducción al capítulo

En los dos primeros capítulos de la tesis, se ha presentado el corpus teórico empleado para desarrollar la investigación. Al afirmar que los riesgos que conlleva el desarrollo de la nanotecnología son co-constituidos entre diferentes actores - científicos, políticos, industriales y sociedad en general -, en el primer capítulo se argumentó que, para su desarrollo responsable, es necesaria la incorporación activa de la ciudadanía en la toma de decisiones. El análisis respecto a su evolución a nivel local, presentado en el segundo capítulo, propuso entonces la incorporación de un marco de responsabilidad. Puntualmente se planteó realizar un estudio a partir de herramientas cualitativas y cuantitativas que permitan analizar en profundidad la situación argentina, considerando las dimensiones que abarca el desarrollo responsable de la nanotecnología.

El estudio cualitativo se ha presentado en el capítulo anterior, teniendo en cuenta para su elaboración los primeros planes que impulsaron el desarrollo de la nanotecnología. A partir de ellos, se identifican como dimensiones a considerar el riesgo, la ética y la regulación orientados al desarrollo responsable. Se definieron los proyectos de nanotecnología como unidad de análisis y se planteó la siguiente hipótesis: no existe relación entre el grado de responsabilidad y el monto de financiamiento estatal recibido por los proyectos de nanotecnología.

En el presente capítulo, se presenta el desarrollo y los resultados de etapa cuantitativa de esta investigación. Esto permitirá generalizar los resultados obtenidos según se plantea en la hipótesis. Se empleará para ello, las conclusiones alcanzadas en el capítulo anterior, que determina que los proyectos nanotecnológicos son la unidad de análisis que vincula el desarrollo responsable, la nanotecnología y el financiamiento del sector público.

Su elección como unidad de análisis, se basa en que los proyectos que se presentan en las diferentes convocatorias para solicitar financiamiento público y proponer distintos modos de desarrollo de la nanotecnología, conforman fuentes de información relativamente estables para identificar procesos y resultados. Los proyectos, varían según su composición, el tipo de producción que realizan, la regulación de esa producción y el modo de comunicación que llevan adelante para difundir sus resultados. Todas estas

características influyen en la clasificación del proyecto como más o como menos responsable.

Si bien existe información en fuentes secundarias que permite determinar los montos de financiamiento que han recibido los proyectos de nanotecnología, en la actualidad no existe un criterio que permita clasificarlos de acuerdo a su grado de responsabilidad. Ante la ausencia de este criterio, y consecuentemente de medición e información al respecto, el aporte central del presente capítulo es la construcción de la variable *grado de responsabilidad* en los proyectos de nanotecnología, a partir de las dimensiones inclusión, deliberación y reflexión, y la recopilación de información acerca de las mismas. Tales datos permitirán realizar un primer diagnóstico acerca de la relación existente entre el otorgamiento de fondos públicos y la responsabilidad a la hora de desarrollar la nanotecnología en el país.

En el primer apartado del capítulo se presentan los proyectos de nanotecnología en el país. Con la intención de interpelarlos desde su responsabilidad, se identifican dos grupos de características que permiten clasificar cada unidad de análisis, como más o menos responsables de acuerdo al modo en que llevan adelante sus desarrollos. Un grupo de características están asociadas a cuestiones descriptivas de los proyectos. El otro, a cuestiones actitudinales y de comportamiento. Ambos grupos de características se pueden combinar entre sí, para conformar las variables grado de inclusión, grado de anticipación y grado de reflexión de cada proyecto; éstas se constituyen en las dimensiones de la variable *grado de responsabilidad* de los proyectos de nanotecnología.

En el segundo apartado se construye esta variable - grado de responsabilidad - y se operacionaliza, describiendo la composición de las dimensiones grado de inclusión, de anticipación y de reflexión. A la dimensión grado de responsabilidad se le asignan únicamente características descriptivas. A la dimensión grado de anticipación, se le asigna características descriptivas, actitudinales y de comportamiento. Finalmente, a la dimensión grado de reflexión, se le asignan características actitudinales y de comportamiento. Todas estas características se consideran variables ordinales, y se explica el criterio de variación que conforman sus respectivas categorías. Finalmente, se explica cómo interactúan esas características para conformar las variables grado de inclusión, grado de anticipación, grado de reflexión y grado de responsabilidad.

En el tercer apartado, se presenta un cuestionario diseñado para recoger información acerca de las características de los proyectos de nanotecnología, que permite medir la variable responsabilidad. Se explica la elección del orden en que se incorporan las preguntas dentro del cuestionario y de qué tipo son cada una de ellas. Se describe el modo de implementación de esta herramienta, justificando de este modo el procesamiento de las respuestas. Se analizan luego los datos recopilados. A partir de una descripción general de los resultados de las características descriptivas, actitudinales y de comportamiento de los proyectos, se le asigna a cada una de las respuestas un valor. De esa asignación, que tiene en cuenta la operacionalización descrita anteriormente, se muestran los grados de inclusión, de anticipación, de reflexión y de responsabilidad de cada uno de los proyectos. Cerrando este apartado, se analiza la relación entre el grado de responsabilidad en los proyectos de nanotecnología y el financiamiento que han recibido, empleando un modelo econométrico.

La correcta lectura de los datos recopilados en el cuestionario y su procesamiento mediante modelos econométricos, permitirá generalizar los resultados alcanzados en la etapa cualitativa de la investigación. Además, aportará información suficiente para la elaboración de políticas públicas que contribuyan con el desarrollo responsable de la nanotecnología en el país.

4.1. El grado de responsabilidad a partir de las características de los proyectos

Dentro de este apartado, se presentan los proyectos de nanotecnología del país como unidades de análisis. Con la intención de interpelar a estos proyectos desde su responsabilidad, se presentan dos tipos de características que permiten clasificar a esta unidad de análisis como más o menos responsables en los modos en que llevan adelante sus desarrollos. Un tipo de características están asociadas a cuestiones descriptivas de los proyectos. Otro tipo de características están asociadas a cuestiones actitudinales y de comportamiento. Ambos tipos de características se pueden agrupar entre sí para conformar las variables grado de inclusión, grado de anticipación y grado de reflexión del proyecto, variables que a su vez se constituyen como las dimensiones del grado de responsabilidad de los proyectos de nanotecnología.

4.1.1. Los proyectos como unidad de análisis

Como se afirmó en el capítulo anterior, los proyectos nanotecnológicos son la unidad de análisis que vincula el desarrollo responsable de la nanotecnología con el financiamiento del sector público, dado que éstos conforman fuentes de información relativamente estables que permiten identificar los procesos y resultados que se llevan a cabo.

Para identificar conformar el universo de proyectos de nanotecnología que existen en el país, se han empleado fuentes secundarias. En particular, se han considerado aquellos proyectos financiados por la ANPCyT, a través de sus diferentes fondos⁵³, y por la FAN, a través de su programa de inversión. Se han identificado en total 266 proyectos de nanotecnología que han sido financiados a través de estas fuentes. De ellos, el 73,7% fueron proyectos financiados por el FONCyT. El 13,5% por el programa de inversión de la FAN, el 6% por el FONTAR y el 6,8% por el FONARSEC.

Para obtener información acerca de esos proyectos, es necesario definir la unidad de respuesta y esto requirió la elaboración de una agenda de los diferentes actores de la nanotecnología que son potenciales integrantes de los proyectos; esto se realizó a partir de la información que provee la FAN. Se empleó entonces la segunda edición del Quién es Quién, donde se identificaron 94 grupos de I+D en los cuales participan

⁵³ Se ha realizado una búsqueda utilizando la palabra “nanotecnología” en las diferentes resoluciones del FONCyT, del FONTAR y del FONARSEC.

aproximadamente 400 personas, y el Catálogo de Empresas, en el que se identificaron 54 empresas. Esto permitió reunir las direcciones de mail de más de 500 potenciales participantes de los proyectos de nanotecnología.

Para cumplir con el objetivo de esta tesis, es necesario interpelar a los proyectos de nanotecnología desde diferentes lugares a partir de sus variables. Una variable es una característica específica de esos proyectos, que consiste en un conjunto de categorías y describe la naturaleza y el tipo de variación asociada con la característica que representa⁵⁴. Para probar la hipótesis inducida en el capítulo anterior, las variables relevantes se encuentran determinadas por el monto de financiamiento que han recibido los proyectos de nanotecnología, y el grado de responsabilidad de esos proyectos.

En cuanto a la variable monto de financiamiento recibido por los proyectos, como se ha analizado en el corpus teórico de la tesis, la información se encuentra disponible en base de datos secundarias. Tanto la ANPCyT, a través de las resoluciones de sus diferentes fondos, como la FAN, por medio de los detalles de su programa de inversión, ofrecen de manera detallada los montos otorgados a diferentes proyectos. Por esta razón, conociendo simplemente cuál de estos organismos y a partir de qué fondos ha financiado un proyecto, se puede conocer el monto de financiamiento promedio que éste ha recibido. De este modo, en un análisis de primer nivel, la variable monto de financiamiento cuenta con una categoría de escala nominal, donde únicamente se identifican y se etiquetan los proyectos según el fondo del cual han recibido financiamiento. Sin embargo, en un análisis de segundo nivel, esa categoría se puede asociar con una fuente secundaria que especifique los montos otorgados por cada fondo, transformando esa variable nominal en una de escala ordinal. En este nivel entonces, se podría identificar qué proyectos han recibido más o menos fondos.

Ahora bien, debido a que no existe información en fuentes secundarias de forma agrupada, interpelar a los proyectos de nanotecnología desde la responsabilidad conlleva

⁵⁴ Las variables utilizadas en el cuestionario tienen distintas propiedades de medición asociadas con sus respectivas categorías. Estas están referidas a niveles o escalas de medida. Algunas variables pueden ser clasificadas solo en categorías etiquetadas (escalas nominales). Otras variables pueden ser etiquetadas, pero también ordenadas (escala ordinal). Otras variables, no solo implican que una etiqueta y un orden, sino que también pueden ser asociadas con unidades de medida estándares y se puede calcular con exactitud cuánto difiere la variable del intervalo (escala de intervalos).

una tarea más minuciosa; esta tarea se desarrollará en lo que resta del capítulo. Se detallan a continuación, las características que permiten interpelar los proyectos desde su responsabilidad. Se distingue para hacerlo, las características descriptivas, actitudinales y de comportamiento. Se explica también, como dichas características pueden ser agrupadas dentro de las dimensiones de inclusión, anticipación y reflexión, dimensiones que conforman la variable grado de responsabilidad.

4.1.2. Las características descriptivas

Una vez descripta la información disponible de los proyectos, en cuanto a los montos de financiamiento que han recibido, es necesario analizar de qué manera se puede caracterizar a cada uno de ellos como más o menos responsable. Para interpelar los proyectos de nanotecnología desde la variable responsabilidad, se toman en cuenta las dimensiones propuestas para el estudio cualitativo (riesgos, la ética y la regulación) y se las combina con las dimensiones propuestas por el marco de innovación responsable (deliberación, anticipación, reflexión y recepción). Realizando una correspondencia entre las dimensiones mencionadas, se propone interpelar a los proyectos de nanotecnología desde las dimensiones de inclusión, anticipación y reflexión.

Cada una de estas dimensiones se verá afectada por el modo en que cada proyecto desarrolla la nanotecnología, que varía según determinadas características. Es posible identificar dos grupos de características: las descriptivas y aquellas que refieren al comportamiento o característica actitudinal. En lo que respecta a las primeras, se presenta a continuación aquello que permite clasificar los proyectos según sus componentes y el tipo de producción que realizan.

En lo que respecta a la composición del proyecto, importa considerar el tipo de organizaciones que lo integran. En la mayoría de los casos locales, se trata de grupos de investigación o empresas. Si bien es cierto que el desarrollo de la nanotecnología en Argentina está en una etapa incipiente y la mayor parte de los recursos se destina a la investigación básica, el intento de crear una industria nanotecnológica condujo a que las empresas comiencen a participar de estos proyectos. Aun cuando esta participación es generalmente en asociación con los grupos de investigación, en algunas ocasiones los proyectos los llevan adelante únicamente las empresas.

Dentro de las organizaciones que aplican la nanotecnología, es posible identificar ciertas características que hacen a la composición del proyecto y consecuentemente, al modo de desarrollo. Éste depende, por una parte, de la especialización disciplinar de quienes integran el grupo de investigación o la especialidad de la empresa. En lo que respecta a los grupos de investigación, se puede distinguir los proyectos ligados a los campos originarios en que surgió la nanotecnología - la física y la química - de otros campos, más especializados en su aplicación. Por parte de las empresas, se encuentran aquellas que son de base tecnológica e incorporan a la nanotecnología como un caso particular de esa tecnología, de las que utilizan la nanotecnología para reforzar las propiedades de lo que producen.

Existen también otras características que hablan de la composición del proyecto y que pueden ser compartidas tanto por los grupos de investigación como por las empresas. Entre estas características se encuentran la diversidad de género, la pertenencia al ámbito público o privado y el tamaño de las mismas. Todas estas características también hacen al modo en el que se desarrolla la nanotecnología dentro del proyecto.

Otra característica descriptiva que refiere al modo de desarrollo nanotecnológico, se vincula con el tipo de producción que realizan. Aquí cobra relevancia la especificación de esa producción. Para poder caracterizar al proyecto según su producción, es de utilidad conocer a qué eslabón de la cadena de valor de la nanotecnología contribuye y cuál es su campo de aplicación. Estas dos características, además de permitir conocer qué tipo de producción realiza, se encuentran tipificadas en los planes de políticas públicas tanto a nivel internacional como nacional y consecuentemente es de fácil identificación por parte del proyecto. Además de permitir identificar el eslabón de la cadena de valor y el campo de aplicación, para lograr una mayor especificación del producto, es necesario conocer el tipo de resultado concreto del proyecto.

Las características descriptivas que se han presentado, tienen una relación directa con la responsabilidad de los proyectos. Sin embargo, son características que pueden utilizarse para caracterizar un proyecto en cualquier situación. Es decir, no son exclusivas de la responsabilidad. Se presentan a continuación las características actitudinales y de comportamiento que permiten evaluar la responsabilidad de los proyectos de nanotecnología.

4.1.3. Las características actitudinales y de comportamiento

Las características actitudinales o de comportamiento, refieren a la existencia de algún tipo de evaluación respecto a los efectos posibles de un proyecto. Dichas características, son transversales a todas las referencias descriptivas mencionadas previamente y también afectan el modo de producción. Las mismas se vinculan de manera directa con las dimensiones propuestas para el estudio del desarrollo responsable (ética, riesgo y regulación) y con las dimensiones del marco de innovación responsable (deliberación, anticipación, reflexión y recepción). En los proyectos, tales características aluden al reconocimiento de que sus desarrollos generan algún tipo de impacto, a la consideración del tipo de actividades en las que participan teniendo esto en cuenta, a la regulación de la producción que se lleva a cabo, a la capacidad de autocrítica y al modo de comunicación que llevan adelante para difundir los resultados. Todas estas características influyen en la clasificación del proyecto como más o menos responsable.

Dentro de este conjunto de características, hay algunas que son actitudinales y otras que son de comportamiento. Las actitudinales refieren al reconocimiento de que las actividades desarrolladas generan algún tipo de impacto y a la capacidad de autocrítica del mismo. Por su parte las características de comportamiento, dan cuenta del tipo de actividades en las que participa el proyecto, la regulación que realiza y la difusión de sus resultados. Sin embargo, hay que tener en cuenta que estas características se encuentran en estrecha relación entre sí y con las características descriptivas. Por ejemplo, tener en cuenta el tipo de actividades en las que participa el proyecto, se vincula directamente con la regulación, si estas actividades refieren a la colaboración con organismos regulatorios. También, por ejemplo, el tipo de actividades se vincula con las características descriptivas, si refiere a la inclusión de diferentes perspectivas a la hora de anticipar los impactos del proyecto. Este hecho es el que hace que las características de comportamiento y actitudinales sean transversales.

Estas características pueden ser agrupadas teniendo en cuenta las dimensiones propuestas, lo que permitirá caracterizar un proyecto como más o menos responsable. Son dimensiones que hacen referencia a la inclusión, a la anticipación y a la reflexión del proyecto. La dimensión de inclusión, en principio, agrupa todas las características del proyecto que refieren a su composición. Por su parte, la dimensión de anticipación, agrupa las características descriptivas en cuanto al tipo de producción que realiza el mismo, las

características actitudinales al reconocimiento de los impactos que genera el desarrollo que se lleva a cabo, y las características de comportamiento están vinculadas con las actividades en las que participa el proyecto con el fin de anticipar esos impactos. La dimensión de reflexión agrupa características de comportamiento y actitudinales, vinculadas a la regulación, la capacidad de autocrítica y la difusión de resultados que realiza el proyecto.

Estas tres dimensiones - inclusión, anticipación y reflexión - a la vez que conforman a la responsabilidad del proyecto, tienen en cuenta las características descritas previamente. Según este grupo de características, además de permitir clasificar al proyecto como más o como menos responsables, será posible tipificarlo como más o menos inclusivo, anticipativo y reflexivo. En este sentido, teniendo en cuenta que la responsabilidad es una característica agregada por estas tres dimensiones, que varían de acuerdo a los atributos de los proyectos, se realiza a continuación la construcción de la variable *grado de responsabilidad*, que combina a las variables grado de inclusión, grado de anticipación y grado de reflexión. Se realizará la operacionalización de estas variables, se describirán las características descriptivas, actitudinales y de comportamiento como variables ordinales y se articularán estas características para conformar las variables agregadas.

4.2. El modelo para la construcción de la variable

Dentro de este segundo apartado, a partir de un modelo, se construye la variable *grado de responsabilidad* de los proyectos nanotecnología. Se operacionaliza dicha variable mostrando las características que componen a las dimensiones grado de inclusión, de anticipación y de reflexión. A la dimensión grado de responsabilidad se le asignan únicamente características descriptivas. A la dimensión grado de anticipación se le asignan características descriptivas, actitudinales y de comportamiento. Finalmente, a la dimensión grado de reflexión, se le asignan características actitudinales y de comportamiento. Todas estas características se describen como variables ordinales y se explica el criterio de variación que conforman sus categorías. Finalmente, se explica cómo interactúan estas características para conformar las variables grado de inclusión, grado de anticipación, grado de reflexión y grado de responsabilidad.

4.2.1. Operacionalización de la variable

El proceso de operacionalizar una variable contribuye a su medición. Para realizar este proceso, se tiene en cuenta las características descritas en el apartado anterior y además se especifican las categorías que constituyen cada una de estas dimensiones. En la siguiente tabla se realiza un esquema de la operacionalización de la variable *grado de responsabilidad*.

Tabla: operacionalización de la variable grado de responsabilidad

Grado de responsabilidad		
Grado de inclusión	Grado de anticipación	Grado de reflexión
Inclusión científica	Especificación de producto	Cap. de reflexión externa
Número de grupos	Eslabón de la cadena de valor	Nro. de trabajo con org.
Amplitud disciplinaria	Campo de aplicación	Existencia de reg. enlab.
Diversidad de género	Tipo de resultado	Cap. de reflexión interna
Ámbito	Especificación de impacto	Alcance de la difusión
Inclusión empresarial	Efectividad	Tipo de dif. autopercebidas
Número de empresas	Acciones de anticipación	
Ámbito	Participación en eventos	
Tamaño		
Especialización		

Fuente: elaboración propia

La variable grado de responsabilidad, como se señaló anteriormente, es una variable constituida por los grados de inclusión, de anticipación y de reflexión. A su vez, cada una de ellas presenta dos dimensiones.

La variable grado de inclusión, presenta como dimensiones a los grupos de investigación y a las empresas. Como se indicó antes, estas categorías representan el tipo de organizaciones que, en principio, llevan adelante los proyectos de nanotecnología. Además, cada una de estas categorías presenta ciertas características que se constituyen en sí mismas como variables. Respecto de los grupos de investigación, estas características hacen referencia a la cantidad de organizaciones de este tipo que integran el proyecto; a su especialización, que indica el campo de conocimiento del que provienen los integrantes de los grupos que conforman el proyecto; al género, que indica la división entre hombres y mujeres dentro del mismo; y a la pertenencia, que indica si los integrantes del grupo provienen del sector privado o del sector público. En lo que atañe a las empresas, estas características hacen referencia a la cantidad de ellas que forman parte del proyecto; a la pertenencia, que indica si los integrantes del grupo provienen del sector privado o del sector público; al tamaño de la empresa, según se trate o no de una PyME y a la especialización, para saber si es o no de base tecnológica.

La variable grado de anticipación, está conformada por tres dimensiones que hacen referencia a la especificación del tipo de producto que desarrolla el proyecto; a la especificación del impacto del mismo; y a las acciones concretas que realizan los integrantes de ese proyecto en torno a los impactos esperados. Cada una de estas dimensiones a su vez está conformada por diferentes características que se constituyen como variables. En cuanto a la especificación del producto, hace referencia al lugar de la cadena de valor de la nanotecnología en donde se ubica el mismo; al campo de aplicación específico del producto; y al resultado específico de la producción llevada a cabo por el proyecto. En cuanto a la especificación del impacto, se delimita una sola característica que hace referencia a la efectividad del impacto. Esta característica indica en dónde impacta el producto desarrollado por el proyecto. Finalmente, la dimensión acciones de anticipación, presenta también una sola característica y está delimitada por la participación activa de los integrantes del proyecto en eventos cuya temática sea el análisis de los impactos del producto que desarrollan.

La variable grado de reflexión, presenta dos dimensiones: reflexión externa y reflexión interna. La externa, hace referencia a los procesos de evaluación que realiza el proyecto y que no surgen por una iniciativa propia, sino que se encuentran determinados por organismos externos y generalmente se vinculan con procesos de regulación. Dicha dimensión presenta a su vez dos características que se constituyen como variables. La primera de ellas da cuenta del trabajo con organizaciones de regulación e indica si los integrantes del proyecto trabajan en la elaboración de normativas en conjunto con alguna de estas organizaciones. La segunda, normativa en los laboratorios, indica si aquellos en los cuales se lleva adelante la producción del proyecto se encuentran regulados. La dimensión reflexión interna, hace referencia a los procesos que se realizan por iniciativa propia; éstos se encuentran determinados por su capacidad de autocrítica y por el tipo de difusión que realizan y que conforman las características de esta dimensión.

De este modo, el proceso de operacionalización permite ver que las variables grado de inclusión, de anticipación y de reflexión, a la vez que constituyen a la *variable grado de responsabilidad*, son constituidas por las características de las dimensiones que la integran. Para poder construir estas variables, se procede a continuación a la ponderación de las características de las dimensiones. Presentando estas características como variables ordinales, se le asignan resultados numéricos a cada una de sus categorías de acuerdo con su contribución con cada una de las variables agregadas. Este proceso de ponderación permitirá que, en una segunda instancia y mediante la articulación de las dimensiones, se conformen las variables grado de inclusión, anticipación, reflexión y responsabilidad.

4.2.2. Las características como variables ordinales

Una vez presentada la operacionalización de las variables, es necesario describir las características de las dimensiones como nuevas variables, que asumen valores según las categorías que representen. La asignación de estos valores se fundamenta a partir del corpus teórico y del trabajo de campo cualitativo realizado en los capítulos precedentes. A continuación, se explica cómo se asocia cada una de las características a una variable ordinal. Las categorías van aumentando a medida que su contribución con la dimensión y con las variables agregadas.

La variable grado de inclusión depende de la diversidad de actores que participan del proyecto. A medida que exista una mayor diversidad, se considerará que el grado de

inclusión es mayor. En este sentido, teniendo en cuenta que esta variable presenta dos dimensiones - grupos de investigación y empresas - es necesario asignar valores a cada una de las categorías de sus características.

Respecto a la dimensión grupos de investigación, la característica cantidad indica que a medida que participan más organizaciones de este tipo, mayor será el grado de inclusión. En este sentido, la característica cantidad presentará el mayor valor cuando la cantidad de organizaciones de este tipo sea la máxima posible, y el menor cuando sea nula. La característica de los grupos de investigación que refiere a la especialización, tiene como referencia el campo habitual de procedencia de los grupos de nanotecnología; estos campos son la física y la química. Se considera que a medida que el campo de especialización del grupo esté más alejado de estas dos disciplinas, mayor será su contribución con el grado de inclusión. Siguiendo esta lógica, si el campo de especialización del grupo se asocia con la física y la química, la categoría de esta variable será la mínima; en sentido opuesto, si su campo de especialización es el más alejado posible de éstos, será la máxima. En lo que refiere a la característica del género, conociendo que la mayor parte de estas organizaciones está conformada por varones, se considerará una mayor inclusión a medida que esta tendencia sea revertida. Así, las categorías de mayor valor de esta variable están asociadas con una mayor participación de mujeres, y la menor con una mayor participación de hombres. En cuanto a la característica que refiere a la pertenencia, se utiliza como referencia que la mayor parte de los grupos de investigación en el país pertenecen al sector público. En la medida en que esta tendencia se revierta, el grado de inclusión aumenta. En este sentido, las categorías de mayor valor se asignarán cuando la pertenencia sea mayoritariamente privada, y el menor valor cuando sea mayoritariamente pública.

En cuanto a la dimensión empresas, la característica cantidad indica que a medida que participan más organizaciones de este tipo, mayor será el grado de inclusión. En este sentido, la característica cantidad presentará su mayor valor cuando el número de organizaciones de este tipo sea el máximo posible y el menor cuando sea nulo. La característica de las empresas que indica su pertenencia, utiliza como referencia que la mayor parte de estas organizaciones en el país pertenecen al sector privado. En la medida en que esta tendencia se revierta, el grado de inclusión aumentará. Entonces, las categorías de mayor valor se asignarán cuando la pertenencia sea mayoritariamente

pública, y el menor valor cuando sea mayoritariamente privada. En lo que refiere a la característica del tamaño, teniendo en cuenta que la mayoría de las empresas en este campo son PyMEs, se considerará que, a mayor tamaño, mayor es el nivel de inclusión. Las categorías de mayor valor de esta variable están asociadas con las grandes empresas y la menor, con PyMEs. En cuanto a la característica que clasifica la especialización, se tiene en cuenta que las empresas que incursionan en la nanotecnología generalmente son aquellas de base tecnológica. Se considerará que en la medida en que participen más empresas de otro tipo, mayor será su contribución con el grado de inclusión. Siguiendo esta lógica, si la especialización de la empresa es de base tecnológica la categoría de esta variable será la mínima, y si su especialización es lo más alejada posible de ésta, será la máxima.

La variable grado de anticipación depende de la especificación del producto que desarrolla el proyecto, de sus consecuentes impactos, y de las actividades que se realizan para analizar tales impactos. En la medida en que exista una mayor especificación en lo que respecta al producto o a su impacto, mayor será el grado de anticipación asignado al proyecto. Sin embargo, que se materialice este grado de anticipación, depende de si se llevan a cabo determinadas acciones concretas para el análisis de los mismos.

Por el lado de la dimensión de la especificación del producto, existen tres características. La primera está asociada con la parte de la cadena de valor a la que contribuye el desarrollo del proyecto. Esta cadena de valor, se encuentra preestablecida en la literatura y fue adoptada para la elaboración de las políticas públicas a nivel local. En consecuencia, la asociación del producto con alguna de las partes de la cadena, hace referencia a una mayor especificación. A su vez, hay que considerar que el último eslabón de la cadena refiere a un producto final y en este caso, la responsabilidad del proyecto será mayor. Por lo tanto, la categoría producto final asume el valor máximo y la no identificación del producto con ninguna de las partes de la cadena de valor, el valor mínimo. La segunda característica refiere al campo de aplicación. Los diversos campos se encuentran delimitados por los planes de políticas públicas. Existen ciertos campos que definen una contribución social específica. En la medida en que se identifiquen campos de aplicación con contribuciones sociales específicas, el valor de esta característica será el máximo. El mínimo valor estará asociado con la ausencia de identificación de los campos de aplicación considerados en los planes. La característica de resultados, hace referencia al

aporte concreto del desarrollo que lleva adelante el proyecto. A medida que más repercusión genere el resultado, mayor será el valor de esta característica.

La dimensión de especificación del impacto presenta una sola característica vinculada con la efectividad. Ésta refiere en primera instancia a considerar si el producto que desarrolla el proyecto genera o no impactos. Como se analizó en la literatura, esta distinción se encuentra dada por la inclusión o no de productos nanoestructurados. Además, en el caso de generar impactos de algún tipo, la efectividad se ve afectada por la especificación del lugar donde éstos se generan. En este sentido, teniendo en cuenta lo realizado en el corpus teórico de la tesis, hasta el momento sólo se ha reconocido que los impactos se producen sobre la salud y sobre el medioambiente. Especificar alguna de estas dos áreas, contribuye con la especificación del impacto que produce el desarrollo del proyecto. Por eso, la categoría máxima de esta característica se encuentra determinada por la no inclusión de productos nanoestructurados, y en el caso de incluirlos, la categoría mínima estará determinada por el no reconocimiento de impactos sobre la salud ni sobre el medioambiente.

La dimensión de las acciones, está relacionada con las actividades que se llevan adelante desde el proyecto, orientadas al análisis de los impactos del producto que desarrollan. Este tipo de actividades generalmente están asociadas a la participación en eventos acerca de la temática de impactos. Existen diferentes tipos de eventos; algunos están vinculados con la inclusión de la mirada de diversos participantes; con el desarrollo de modelos prospectivos, y asociados con la reflexión del mismo desarrollo. La participación en ellos, contribuye con el grado de anticipación del proyecto y de hecho permite materializar las contribuciones de la especificación del producto y de sus impactos. En este sentido, las categorías de esta característica se relacionan positivamente con la cantidad de eventos de la temática en los que el proyecto participa.

La variable grado de reflexión está conformada por las dimensiones capacidad de reflexión externa y capacidad de reflexión interna. Las capacidades externas son las que impulsan organizaciones ajenas al propio proyecto, mientras que las internas, son las que surgen del propio desarrollo que lleva adelante al proyecto. Ambas contribuyen positivamente con el grado de reflexión. Sin embargo, hay que tener en cuenta que la nulidad de alguna de estas dimensiones, independientemente de la otra, anula por completo el grado de reflexión del proyecto.

La dimensión capacidad de reflexión externa, presenta dos características. La primera hace referencia al trabajo conjunto con organizaciones vinculadas a la regulación de la nanotecnología. En este sentido, se considera que la participación junto a un número mayor de organizaciones de este tipo, contribuye con la capacidad de reflexión externa del proyecto. Las categorías de esta característica aumentarán, a medida que sea mayor la cantidad de organizaciones con las que se trabaja la temática de la regulación de la nanotecnología. La segunda característica, hace referencia a la normativa que regula los laboratorios de trabajo del proyecto. En la medida en que éstos se encuentren regulados, la capacidad de reflexión externa aumentará. En el caso de que no lo estén, esta característica presentará una categoría nula.

La dimensión capacidad de reflexión interna, depende de dos características. La primera hace referencia a la autopercepción de las dificultades que se le presentan al proyecto. En este sentido, dificultades asociadas a la formulación del mismo, a los procesos de evaluación y a la interacción entre partes, suponen un mayor proceso de reflexión que aquellas dificultades asociadas a cuestiones operativas como, por ejemplo, la recepción de financiamiento. Por esta razón, las categorías de esta característica aumentarán a medida que se requiera un mayor proceso de reflexión para su superación. La segunda característica de la dimensión, está vinculada con el alcance de la difusión de resultados que lleva adelante el proyecto. Se considera que mientras éste sea mayor, indicará una mayor capacidad de reflexión interna del mismo. En este sentido, una difusión nula se asocia con la categoría más baja, mientras que a medida que se incrementa el alcance de la difusión, aumentará el valor de la categoría de esta característica.

Una vez detalladas todas las características de las dimensiones como variables ordinales, se explica a continuación cómo éstas se articulan para conformar los grados de inclusión, de anticipación, y de reflexión de un proyecto.

4.2.3. La interacción entre las categorías

Hasta el momento se ha realizado la operacionalización de la variable *grado de responsabilidad*, y se han descripto las características de las dimensiones que la componen como variables ordinales. Se procede ahora a construir las variables grado de inclusión, anticipación y reflexión, a partir de la articulación de cada una de las características que las componen.

Como se mencionó previamente, la variable grado de inclusión (*ginc*) depende de la diversidad de actores que participan del proyecto. A medida que exista mayor diversidad de actores, se considerará que el grado de inclusión del proyecto es mayor. En este sentido, esta variable se ve afectada por dos dimensiones: los grupos de investigación y las empresas. A su vez, tales dimensiones se ven afectadas por ciertas características que se articulan entre sí para conformar la variable. La característica asociada al tamaño de las organizaciones (*tamg* o *tame*), potencia al resto. Las dadas por la diversidad de género (*gen*), por el campo de especialización del grupo (*espg*) y por la pertenencia al sector público o al sector privado (*puprig*) afectan únicamente a los grupos de investigación. Las características dadas por la pertenencia al sector público o privado (*puprie*), por el tamaño (*tam*) y por la especificación (*espe*), afectan únicamente a las empresas. Todas estas características se interrelacionan mediante la siguiente fórmula para conformar la variable *ginc*:

$$ginc = \frac{[tamg * (gen + espg + puprig)] + [tame * (puprie + tam + espe)]}{valmaxinc} * 100$$

De no contar con un grupo de investigación o con una empresa, las características asociadas a estas organizaciones no tendrán relevancia sobre el grado de inclusión del proyecto. Del mismo modo, la mayor cantidad organizaciones que conformen el proyecto, afecta positivamente su grado de inclusión, reforzando las características tanto de los grupos de investigación como de las empresas. La división por el valor máximo que puede tomar el numerador (*valmaxinc*), expresa una proporción que al ser multiplicada por cien permite expresar a la variable *ginc* en términos porcentuales.

La variable grado de anticipación (*gant*) depende de las dimensiones asociadas con la especificación del producto, la especificación del impacto y de las acciones realizadas para el análisis de los mismos. A mayor especificación, mayor es el grado de anticipación del proyecto, sólo si se realizan acciones para estudiar estos impactos desde diferentes perspectivas. En la medida en que se realicen más acciones vinculadas con esta temática, mayor será el grado de anticipación del proyecto. En este sentido, las variables que determinan la especificación del producto que desarrolla el proyecto son la cadena de valor de la nanotecnología (*cadva*), el campo de aplicación (*campa*) y el tipo de resultado (*res*). La especificación de los impactos se encuentra dada por la variable efectividad del impacto (*efimp*). Las acciones que se llevan adelante para analizar dichos impactos se

encuentran dada por la variable impactos (*evimp*). La interacción entre esas variables para determinar el grado de anticipación del proyecto, se encuentra dada por la siguiente fórmula:

$$gant = \frac{(((cadva +ampa) * res) + efimp) * evimp}{valmaxant} * 100$$

Siguiendo este análisis, las variables que especifican el producto (*cadva* y *ampa*), cobrarán mayor o menor relevancia, en la medida en que los resultados concretos (*res*) dependan en mayor o menor medida del proyecto. A esto se le suma la efectividad de los impactos que el proyecto el desarrollo del proyecto (*efimp*). Todas estas especificaciones contribuyen con el grado de anticipación del proyecto, sólo si se realizan acciones vinculadas a los impactos desde diferentes perspectivas. En la medida en que se realicen más acciones de este tipo, las especificaciones de producto y de impacto contribuyen en mayor medida al grado de anticipación del mismo. La división por el valor máximo que puede tomar el numerador (*valmaxant*), expresa una proporción, que al ser multiplicada por cien permite expresar a la variable *ginc* en términos porcentuales.

La variable grado de reflexión (*gref*) depende de las dimensiones de capacidad de reflexión externa y de reflexión interna del proyecto. A mayor capacidad de reflexión tanto interna como externa, mayor es el grado de reflexión del proyecto. Ahora bien, un tipo de reflexión en particular no es válida en ausencia del otro tipo. Esto significa que tener una gran capacidad de reflexión externa, porque existe una gran cantidad de trabajo conjunto con los organismos de regulación y porque hay normativas que regulan los laboratorios, no sirve de nada si no hay capacidad de regulación interna que permita realizar autocríticas del proyecto y difundir sus resultados. Lo mismo ocurre en sentido contrario. Por más que exista un gran nivel de autocrítica y de difusión de resultados, el grado de reflexión del proyecto será bajo, si no se ajusta el trabajo conjunto con organismo de regulación y la normativa que regula los laboratorios del proyecto. Esta interacción queda plasmada en la siguiente fórmula:

$$gref = \frac{(ore + nore) * (dif + div)}{valmaxref} * 100$$

Las variables que contribuyen con la capacidad de reflexión externa (ore, nore) al igual que aquellas que contribuyen con la reflexión interna (dif, div), afectan positivamente el grado de reflexión de los proyectos. Ahora bien, teniendo en cuenta el análisis realizado previamente, la ausencia de cualquiera de las dos dimensiones (reflexión externa o interna), anula por completo el grado de reflexividad del proyecto. La división por el valor máximo que puede tomar el numerador (valmaxref), expresa una proporción que al ser multiplicada por cien, permite expresar a la variable ginc en términos porcentuales.

En principio, la variable grado de responsabilidad (gres) resultará de un promedio simple entre las variables ginc, gant y gref.

$$gres = \frac{ginc + gant + gref}{3}$$

A continuación, teniendo en cuenta el proceso de construcción de la variable *grado de responsabilidad*, se presenta un cuestionario para obtener información acerca de dicha variable en los proyectos de nanotecnología que se desarrollan en el país. En el inicio se describe la herramienta, especificando las preguntas incluidas y su modo de implementación. En la segunda parte, otorgando valores a las categorías ordinales de las características descriptivas, actitudinales y de comportamiento de los proyectos, se analizan las respuestas, y se le asigna un grado de responsabilidad (inclusión, anticipación y reflexión) a cada uno de los proyectos. Finalmente, mediante un modelo econométrico, se correlaciona el grado de responsabilidad con el monto recibido por cada uno de ellos.

4.3. La relación entre financiamiento y el grado de responsabilidad

En este apartado se presenta un cuestionario que permite reunir información sobre las características de los proyectos de nanotecnología y construir la variable grado de responsabilidad. Se argumenta la elección del orden en que se incorporan las preguntas en el mismo y de qué tipo son cada una de ellas. Se explica el modo de implementación del cuestionario que, junto con el tipo de preguntas incluidas, facilita el procesamiento de las respuestas. Se analizan luego, los datos recopilados. A partir de una descripción general de los resultados de las características descriptivas, actitudinales y de comportamiento, se le asigna a cada una de las respuestas un valor. Tal asignación, respetando la articulación de las categorías establecidas en el apartado anterior, permite expresar el grado de inclusión, de anticipación, de reflexión y de responsabilidad de cada uno de los proyectos. En la última parte, mediante un modelo econométrico, se analiza la relación entre el grado de responsabilidad en los proyectos de nanotecnología y el financiamiento que han recibido.

4.3.1. Un cuestionario para recopilar información del grado de responsabilidad

La ausencia de una base de datos secundaria que permita determinar el grado de responsabilidad de los proyectos, hace necesario construir una herramienta que posibilite relevar los datos asociados con las características descriptivas, actitudinales y de comportamiento, que interpelan a los proyectos desde la responsabilidad. En este contexto, es útil pensar en la elaboración de un cuestionario para generalizar los resultados a una población, a partir de los datos de una muestra reducida de proyectos de nanotecnología que se desarrollan en el país. El proceso de elaboración de dicha herramienta, presenta diferentes partes. En primer lugar, el diseño del cuestionario; luego su implementación, administración y el procesamiento de las respuestas⁵⁵. Finalmente, se deben analizar las mismas mediante métodos estadísticos que otorguen respaldo científico a la representatividad de la muestra seleccionada.

⁵⁵ El diseño del cuestionario y el procesamiento de las respuestas se presentan respectivamente en los apéndices D y E de la tesis.

El diseño apropiado de un cuestionario, debe permitir la comprensión de las preguntas incluidas en él. Para ello, se requiere que mantenga coherencia interna y sea comprensible para quien lo responde. Es pertinente y cobra relevancia decidir el modo y tipo de preguntas que se deben incluir. Teniendo en cuenta estos requisitos, se describe el orden y tipo de preguntas empleadas para su construcción, analizando sus ventajas y desventajas.

La introducción de las preguntas en el cuestionario debe considerar la factibilidad de sus respuestas. En pos de ello, las relacionadas entre sí, deben agruparse bajo una misma temática y ser comprensibles, para facilitar que la concentración de quien responde. Teniendo en cuenta las características descriptivas, actitudinales y de comportamiento, que permiten interpelar al proyecto desde la responsabilidad, en el cuestionario se consideran las siguientes cinco temáticas: Financiamiento y período de vigencia del proyecto, Grupos de investigación y desarrollo del proyecto, Empresas del proyecto, Resultados del proyecto, Impacto y regulación del proyecto. En torno a ellas se agrupan las diferentes preguntas que aportan la información necesaria para la construcción de las variables grado de inclusión, de anticipación, de reflexión y de responsabilidad.

Respecto a la secuencia en que se presentan las preguntas, se plantea una distinción entre aquellas que son introductorias y las preguntas de profundización⁵⁶. Las primeras - introductorias - deben estar relacionadas con el objeto de estudio que se ha presentado en el preámbulo y ser relativamente fáciles de responder. El objetivo principal de este tipo de preguntas es estimular el interés de quién responde, a la vez que se obtiene información básica. Teniendo en cuenta estas consideraciones, en este trabajo se han incluido como preguntas introductorias aquellas que agrupan las temáticas: Financiamiento y periodo de vigencia del proyecto, Grupos de investigación y desarrollo del proyecto, Empresas del proyecto. La mayor parte de la información que recogen estas preguntas, está referida con las características descriptivas del proyecto.

El resto de las temáticas incluidas en el cuestionario (Resultados del proyecto, Impacto y regulación del proyecto) contienen preguntas que están relacionadas con aspectos

⁵⁶ En la literatura, la distinción se realiza entre preguntas introductorias, preguntas sensibilizadoras y preguntas relacionadas con el objeto de estudio. En este trabajo, estas dos últimas categorías han sido agrupadas dentro de una que se denomina profundización.

sensibles, que permiten profundizar en el conocimiento específico de las variables asociadas con el grado de responsabilidad de los proyectos de nanotecnología. Este tipo de preguntas se incluyen avanzado el cuestionario, porque una vez que se ha establecido cierta relación con el respondiente será más fácil que éste acceda a responderlas. Respecto a su contenido, además de la información descriptiva que brindan, ofrecen una mayor información de comportamiento y actitudinal en cuestiones asociadas con la responsabilidad.

Para facilitar la respuesta del cuestionario y su procesamiento, se ha decidido que todas las preguntas sean cerradas. Esta elección conlleva ciertas ventajas y desventajas. La principal ventaja radica en que la lista fija de posibilidades de respuesta tiende a hacer la pregunta más clara al encuestado y de este modo aumenta la probabilidad de que la complete. En términos operativos, restringir el conjunto de alternativas posibles de respuesta, facilita la comparación entre los diferentes encuestados. Además, las preguntas cerradas permiten relacionar cada una de las respuestas con las categorías de las características del proyecto. Esta última ventaja es sumamente útil al momento de procesar la información recopilada.

En cuanto a las desventajas, la principal radica en la pérdida de información. Este tipo de preguntas, muchas veces obligan a los encuestados a elegir la representación más cercana de su respuesta real, en forma de una opción fija, específica y consecuentemente no se pueden detectar distinciones sutiles entre los encuestados dentro de las categorías preestablecidas⁵⁷. En cuanto a lo operativo, con preguntas cerradas existe la posibilidad de que el encuestado que no esté seguro de la mejor respuesta y seleccione una alternativa

⁵⁷ Este inconveniente particular se aborda con frecuencia insertando otra alternativa en el formato de respuesta fija: "Otro; Por favor especifique". Esta alternativa representa un compromiso excelente entre formatos de respuesta cerrados y abiertos, ya que es una pregunta abierta dentro de un formato cerrado. Sin embargo, el uso de esta opción debe ser cuidadosamente controlado. La decisión de incluir una categoría de respuesta "Otros" para una pregunta en particular debe basarse en la evidencia obtenida durante la prueba previa del instrumento de la encuesta. Si la evidencia muestra que un número relativamente grande de respuestas a la pregunta no se ajustan al conjunto preliminar de alternativas fijas (un mínimo del 3 por ciento), el investigador debe formular categorías fijas adicionales para las respuestas que aparecen con frecuencia y conservar el "Otro, Especifique" para las respuestas que aparecen con menos frecuencia. Si no hay indicación de que se necesite una categoría "Otros", no debe incluirse. En este caso, no se ha incluido.

fija al azar, en lugar de hacerlo de una manera reflexiva. También es posible que la simplicidad del formato de respuesta fija pueda conducir a una mayor probabilidad de errores inadvertidos en la respuesta a las preguntas. En una línea similar, un encuestado que no entiende la pregunta puede seleccionar una respuesta errónea.

Una vez definido el orden de presentación de las preguntas y realizado la elección en cuanto al tipo de preguntas a incluir, se procede a la implementación del cuestionario; en este caso se ha realizado vía mail. Si bien la unidad de análisis son los proyectos de nanotecnología, las unidades que responden el cuestionario son sus participantes. Los destinatarios han sido los más de 500 actores identificados en los documentos de la FAN. Ellos participan de manera activa en grupos de investigación y empresas que trabajan con nanotecnología y son participantes potenciales de los 266 proyectos que han recibido fondos públicos (FONCyT, FONTAR, FONARSEC, FAN) en el país. Este modo de implementación, sumado al hecho de que las respuestas estaban determinadas por categorías preestablecidas, ha simplificado el procesamiento de datos.

A continuación, mediante una estadística descriptiva, se presentan las respuestas del cuestionario y su distribución respecto a las características de los proyectos. A partir de la asignación de un valor a cada una de las categorías de las características y de la asociación de cada una de las respuestas con esas categorías, se las interrelacionará de acuerdo a lo establecido en el apartado anterior. Dicha interrelación, permite conocer los grados de inclusión, anticipación, reflexión y responsabilidad de cada uno de los proyectos que han participado del cuestionario.

4.3.2. Estadística descriptiva del grado de responsabilidad en los proyectos

A partir de la implementación del cuestionario, se han obtenido un total de 43 respuestas que por sus características, representan a diferentes proyectos de investigación. A continuación, se realiza una descripción de estas respuestas en dos niveles. El primer nivel refiere a una distribución porcentual de las características descriptivas, actitudinales y de comportamiento. En un segundo nivel, a modo de ejemplo y respetando lo expresado en el apartado anterior en cuanto a la determinación de las características como variables ordinales, se le asigna un valor a cada una de las categorías establecidas y se determina qué respuesta pertenecen a cada una de ellas. Interrelacionando estas categorías, se

obtienen los resultados de las variables grados de inclusión, anticipación, reflexión y responsabilidad en cada uno de los proyectos.

En cuanto a la composición de los proyectos que han respondido el cuestionario, se destacan las siguientes proporciones. La mayoría de ellos, cuenta con al menos un grupo de investigación. Sólo un proyecto ha declarado que es llevado adelante por una sola empresa. En el resto de los proyectos que participan empresas (14%), lo hacen de manera asociadas con grupos de investigación. Dentro de los grupos de investigación, la mayoría de sus integrantes proviene del campo de la física (en el 37,5% de los proyectos) y de la química (en el 32,5% de los proyectos). Casi la totalidad de los grupos de investigación (95,1%), han declarado que más de la mitad de sus integrantes trabaja en el sector público. Además, el 48,8% de los proyectos ha declarado que más de la mitad de sus integrantes son varones. En oposición, la mayoría de las empresas que forman parte de los proyectos de nanotecnología (80%) han declarado que menos de la mitad de sus trabajadores lo hacen en el sector público. Además, la mayoría de ellas son PyMEs (80%) de base tecnológica (66,7%).

En cuanto a la producción que realizan los proyectos, la mayoría de ellos (51,2%) declaró que no realiza un producto asociado a la cadena de valor de la nanotecnología (producto final, producto intermedio, materia prima). El principal campo de aplicación declarado ha sido la salud (32,6%), seguido por ambiente y desarrollo sustentable (14,0%), la energía (11,6%), la electrónica (11,6%) y la agroindustria (4,7%). Ningún proyecto ha declarado como principal campo de aplicación el desarrollo social (0,0%). Siendo que estos son los campos de aplicación que se señalan en los planes de ciencia y tecnología como prioritarios, es llamativo que el 25,6% de las respuestas arrojó como principal campo alguno no mencionado (25,6%). Consistente con el resultado de que la mayoría de los proyectos que han contestado provienen de la investigación básica, el 49,1% de los proyectos asocio su principal resultado con la publicación de un artículo científico (41,9%).

En cuanto a los impactos del proyecto, la mayoría ha declarado que incluyen dentro de sus producciones materiales nanoestructurados que impactan en la salud (32,6%) o en el medioambiente (27,9%). El 27,9% ha declarado la inclusión de productos nanoestructurados que no impactan en la salud ni en el medioambiente (27,9%), y el 11,6% que no incluye productos nanoestructurados en el desarrollo de sus proyectos. En

relación a la participación en eventos relacionados con los impactos del desarrollo de sus productos, el 44,2% de los proyectos ha declarado que ha participado en al menos dos. A su vez, el 39,5% ha declarado que no han participado en ningún tipo de eventos relacionados con los impactos.

En lo que respecta a la regulación, el 46,5% de los proyectos ha declarado que no trabaja con ninguna organización en el cumplimiento de la normativa vigente. Un 39,5% de los proyectos ha declarado que trabaja solo con una de estas organizaciones y el 14% que trabaja con por lo menos dos. Sin embargo, a la hora de responder por la normativa que regula los laboratorios donde los proyectos llevan adelante sus desarrollos, el 69,8% ha expresado que trabaja con certificaciones de al menos una normativa de regulación (IRAM, ISO o alguna otra normativa). En contraposición, el 27,9% de los proyectos declaró que cuenta con laboratorios no reglamentados. El resto (un solo proyecto) declaró que no cuenta con laboratorios de trabajo.

En lo que atañe a las dificultades, el 34,9% de los proyectos señaló en este punto aquella vinculada a la recepción de financiamiento. La interacción entre las diferentes partes del proyecto fue presentada como dificultad principal por el 14% de los proyectos. Un solo proyecto indicó en su formulación la principal dificultad, y ninguno ha mencionado en esta categoría los procesos de evaluación (parcial o final) del proyecto. El resto (48,8%), ha señalado que la principal dificultad no es ninguna de las opciones de respuesta ofrecidas. En cuanto a la difusión, en línea con que la mayoría de los proyectos son de investigación básica, la mayoría declaró que la principal vía que emplea son las revistas científicas (62,8%) o los eventos científicos (23,3%). Un 4,7% de los proyectos no difunde resultados; uno solo lo realiza mediante página web y ninguno lo hace en eventos que no sean científicos. El 7,0% de los proyectos, difunde sus resultados de alguna manera que no ha sido considerada en las opciones de respuesta.

Teniendo en cuenta este análisis de primer nivel que indica las distribuciones de las características de los proyectos que se han respondido en el cuestionario, a continuación, se procede a conformar los valores de las variables grado de inclusión, anticipación, reflexión y responsabilidad en cada uno de ellos. Para realizarlo, a modo de ejemplo y respetando lo señalado en el apartado anterior en cuanto a la determinación de las características como variables ordinales, se le asigna un valor a cada una de las categorías establecidas y se determina qué respuesta pertenece a cada una de ellas. A modo de

simplificación, cada una de las características representa una variable ordinal de tres categorías. Cada una de ellas, toma un valor de 0, de 1 o de 2, de acuerdo a la contribución de las respuestas con el grado de responsabilidad de los proyectos.

Como se explicó precedentemente, en lo que respecta a la característica número de grupos de investigación, a medida que participen más organizaciones de este tipo, mayor será el grado de inclusión. En este sentido, esta característica presenta un valor de 2 si el proyecto está conformado por más de un grupo de investigación, presentará un valor de 1 si está conformado por un solo grupo de investigación y presentará un valor de 0 si no cuenta con la participación de grupos. Para la característica de los grupos de investigación que refiere a la amplitud disciplinaria, si la especialización del grupo se asocia con la física y la química se ponderará con un 0, si se asocia con campos como, por ejemplo, la biología y la ingeniería se le asignará un 1, y si se asocia con otros campos se asignará un 2. En lo que refiere a la característica de la diversidad de género, se valorará con 2 si la mayoría de los participantes son mujeres, con 1 si la distribución es equitativa y con 0 si la mayoría son hombres.

Por el lado de la característica número de empresas, a medida que participen más organizaciones de este tipo, mayor será el grado de inclusión. En cuanto a las características puntuales de las empresas (ámbito, tamaño y especialización), se considera que a medida que la mayoría de las empresas se asocien con el sector público, que sean más grandes y que su especialidad sea más alejada de la tecnología, mayor es el grado de responsabilidad (inclusión). En este sentido, a las repuestas más de la mitad son públicas, menos de la mitad son PyMEs y menos de la mitad son empresas de base tecnológica se les asigna un valor 2. A las respuestas exactamente la mitad son públicas, exactamente la mitad son PyMEs y exactamente la mitad son empresas de base tecnológica se les asigna un 1. Finalmente, a las respuestas menos de la mitad son públicas, más de la mitad son PyMEs, más de la mitad son empresas de base tecnológica se les asigna un 0.

En cuanto a la especificación del producto, a continuación, se asocian las respuestas del cuestionario con las categorías de las características que representan el eslabón de la cadena de la nanotecnología, el campo de aplicación y el tipo de resultado. Siguiendo la lógica establecida en el apartado anterior, a las respuestas un producto final, el ambiente y desarrollo sustentable/el desarrollo social y la creación de empresa/la creación de una alianza estratégica/la creación de un nuevo proyecto se les asigna un 2. A las respuestas

de materia prima/un producto intermedio, la agroindustria/la salud/la energía/la electrónica y un producto en particular/la publicación de artículo científico/el patentamiento de producto se les asigna un 1. Finalmente, a las respuestas alguno no mencionado, un tipo de producción no mencionada y ninguna de las opciones anteriores se les asigna un 0.

En relación a los impactos, las características que determinan la efectividad de los impactos y las acciones para su análisis, siguiendo la lógica establecida previamente, a las respuestas no supone la inclusión de productos nanoestructurados y una combinación de dos o más eventos cuya temática es la inclusión se le asigna un 2. A las respuestas en la salud/en el medioambiente y la participación en un solo tipo de evento relacionados con los impactos, se les asigna un 1. Finalmente, a las respuestas no impactan ni en la salud ni en el medioambiente y la no participación en eventos cuya temática sean los impactos se les asigna un 0.

En cuanto a las características que refieren al número de trabajos con organizaciones de regulación, a la existencia de regulaciones en los laboratorios de trabajo, al alcance de la difusión y al tipo de dificultades autopercibidas, siguiendo la lógica establecida con anterioridad, se realizan las siguientes asociaciones entre respuestas y categorías. A las respuestas asociadas con el trabajo conjunto con dos o más organizaciones de regulación, con por lo menos alguna normativa que regule los laboratorios de trabajo, la formulación/las evaluaciones parciales/la evaluación final y eventos no científicos/una página web/otro medio no mencionado se les asigna un 2. A las respuestas asociadas con el trabajo conjunto con una sola organización, con la no disposición de laboratorios de trabajo, la recepción del financiamiento/alguna dificultad no mencionada y revistas científicas/eventos científicos se les asigna un 1. Finalmente, a las respuestas asociadas con el no trabajo en conjunto con organismos de regulación, la no regulación de los laboratorios de trabajo, la interacción entre partes y no difunde resultados, se les asigna un 0.

Respetando estos valores e interrelacionando estas características de acuerdo lo establecido en el apartado anterior, se obtienen los resultados de las variables grados de inclusión, anticipación, reflexión y responsabilidad en cada uno de los proyectos. Los mismos se presentan en la siguiente tabla.

Tabla: variables de los proyectos de nanotecnología⁵⁸

Proyecto	Finan.Pro.	Pevim	Ginc	gant	Gref	Gres
1	\$ 500.000,00	6	4,17%	0,00%	12,50%	5,56%
2	\$ 500.000,00	4	0,00%	0,00%	12,50%	4,17%
3	\$ 500.000,00	9	4,17%	40,00%	25,00%	23,06%
4	\$ 500.000,00	6	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
5	\$ 8.000.000,00	4	16,67%	40,00%	0,00%	18,89%
6	\$ 500.000,00	11	0,00%	0,00%	12,50%	4,17%
7	\$ 500.000,00	6	0,00%	30,00%	18,75%	16,25%
8	\$ -	6	25,00%	20,00%	0,00%	15,00%
9	\$ 1.000.000,00	4	16,67%	15,00%	25,00%	18,89%
10	\$ 500.000,00	4	16,67%	35,00%	12,50%	21,39%
11	\$ 500.000,00	6	8,33%	20,00%	18,75%	15,69%
12	\$ 500.000,00	6	16,67%	0,00%	56,25%	24,31%
13	\$ -	9	0,00%	20,00%	6,25%	8,75%
14	\$ 500.000,00	4	16,67%	15,00%	0,00%	10,56%
15	\$ 500.000,00	4	4,17%	0,00%	12,50%	5,56%
16	\$ 500.000,00	6	0,00%	0,00%	12,50%	4,17%
17	\$ -	4	0,00%	30,00%	12,50%	14,17%
18	\$ 500.000,00	6	0,00%	0,00%	12,50%	4,17%
19	\$ 800.000,00	6	16,67%	0,00%	6,25%	7,64%
20	\$ 500.000,00	6	16,67%	0,00%	75,00%	30,56%
21	\$ 500.000,00	6	8,33%	20,00%	0,00%	9,44%
22	\$ 500.000,00	6	12,50%	0,00%	0,00%	4,17%
23	\$ 8.000.000,00	1	0,00%	0,00%	56,25%	18,75%
24	\$ 1.000.000,00	6	16,67%	30,00%	56,25%	34,31%
25	\$ -	4	8,33%	40,00%	25,00%	24,44%
26	\$ -	6	0,00%	0,00%	6,25%	2,08%
27	\$ -	9	12,50%	0,00%	56,25%	22,92%
28	\$ 800.000,00	4	16,67%	30,00%	50,00%	32,22%
29	\$ 1.000.000,00	4	4,17%	20,00%	0,00%	8,06%
30	\$ -	6	0,00%	0,00%	18,75%	6,25%
31	\$ 500.000,00	6	0,00%	0,00%	12,50%	4,17%
32	\$ 8.000.000,00	9	16,67%	0,00%	0,00%	5,56%
33	\$ -	4	25,00%	10,00%	6,25%	13,75%
34	\$ 800.000,00	4	0,00%	15,00%	12,50%	9,17%
35	\$ 500.000,00	6	8,33%	0,00%	12,50%	6,94%
36	\$ 500.000,00	6	0,00%	20,00%	6,25%	8,75%
37	\$ 8.000.000,00	6	25,00%	40,00%	25,00%	30,00%
38	\$ 500.000,00	4	8,33%	0,00%	18,75%	9,03%
39	\$ 500.000,00	1	4,17%	10,00%	6,25%	6,81%
40	\$ 8.000.000,00	4	16,67%	80,00%	37,50%	44,72%
41	\$ 500.000,00	6	8,33%	30,00%	25,00%	21,11%
42	\$ -	9	0,00%	15,00%	12,50%	9,17%
43	\$ 800.000,00	4	4,17%	50,00%	18,75%	24,31%

Fuente: elaboración propia

⁵⁸ En cuanto a los montos de financiamiento, en consonancia con la distribución de la población, la mayoría de los proyectos (el 51,2%) han contestado que recibieron fondos del FONCyT de la ANPCyT. Del FONARSEC, han recibido fondos el 11,6% de los proyectos que han respondido. Un 9,3% de los proyectos han recibido fondos del programa PreSemilla de la FAN y solo un 7% del FONTAR. El resto han declarado que no han recibido dinero de ningún fondo o programa mencionados. En lo que refiere al máximo periodo de vigencia posible de los proyectos, la mayoría (46,5%) ha declarado seis años de duración. El 34,9% de los proyectos ha declarado cuatro años y el 11,6% nueve años. Solo 2 proyectos (4,7%), que aún se encuentran vigentes, han declarado un año, y sólo un proyecto (2,3%) ha declarado once años.

Teniendo en cuenta cada una de las variables que se resumen en la tabla, se procede a comprobar la existencia de algún tipo de relación entre el monto de financiamiento recibido y el grado de responsabilidad de los proyectos. Para ello, se desarrolla en primer lugar un modelo de regresión lineal simple para explicar la variable monto de financiamiento en función del grado de responsabilidad de los proyectos. Seguidamente, se desarrolla un modelo de regresión lineal múltiple que permita explicar la variable monto de financiamiento a partir de las variables grado de inclusión, de anticipación y de reflexión.

4.3.3. Uno modelo econométrico para medir la correlación entre financiamiento y responsabilidad

De las 43 respuestas obtenidas, 9 han declarado no haber recibido dinero de ninguno de los fondos mencionados. En el desarrollo de los modelos econométricos que se realizan a continuación, se trabaja con las 34 respuestas restantes. Las corridas de cada uno de los modelos se presentan en el Apéndice F.

Para trabajar sobre la hipótesis que establece que no existe una correlación entre el monto de financiamiento (*monfin*) y el grado de responsabilidad de los proyectos, se realiza un modelo de regresión lineal simple. En particular, se regresa la variable *monfin* sobre la variable *gres*. El modelo planteado, es el siguiente:

$$monfin_i = \alpha_0 + \alpha_1 gres_i + \epsilon_i$$

Una vez realizada la regresión de los montos de financiamiento sobre el grado de responsabilidad de los proyectos, se obtienen los siguientes resultados. De acuerdo con la medida del R², las variaciones en el grado de responsabilidad explican el 14,62% de las variaciones en los montos de financiamiento. El coeficiente muestra un signo positivo, lo que indicaría que el monto de financiamiento recibido por los proyectos se relaciona de manera directa con el grado de responsabilidad. Además, la variable explicativa es significativa (p-valor de 2,8%) al 95% de confianza. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis que establece que no existe correlación entre el monto de financiamiento y el grado de responsabilidad.

Como se ha desarrollado a lo largo del capítulo, la variable grado de responsabilidad está conformada por tres dimensiones. A continuación, se realiza un modelo de regresión

lineal múltiple, que permite explicar la variable monto de financiamiento a partir de las variables grado de inclusión, de anticipación y de reflexión. A partir de los resultados de este modelo, será posible analizar cuál o cuáles de estas dimensiones influyen en la correlación entre los montos de financiamiento y el grado de responsabilidad de los proyectos. El modelo de regresión es el siguiente:

$$montfin_i = \beta_0 + \beta_1 ginc_i + \beta_2 gant_i + \beta_3 gref_i + \epsilon_i$$

Realizando la correspondiente regresión, se obtienen los siguientes resultados: de acuerdo con la medida del R², de manera conjunta las variaciones en el grado de inclusión, de anticipación y de reflexión explican el 22,23% de las variaciones en los montos de financiamiento. Dados los signos de los coeficientes, la única variable que muestra una relación positiva con el monto de financiamiento es el grado de inclusión de los proyectos. Sin embargo, esta variable explicativa, al 95% de confianza, no es significativa (p-valor de 16,2%). Las otras dos variables, grado de anticipación y reflexión, además de no ser significativas, muestran una relación negativa con los montos de financiamiento.

Para ajustar el modelo lineal propuesto, se realiza una regresión que involucra a las mismas variables mediante un modelo no lineal. En particular se utiliza un modelo Logit ordenado. Una vez que se realiza la regresión de este modelo, se obtienen los siguientes resultados. La única de las tres variables que se relaciona positivamente con el monto de financiamiento, continúa siendo el grado de inclusión de los proyectos. Ahora bien, dentro del modelo no lineal, esta variable pasa a ser significativa a un nivel de confianza del 95% (p-valor del 5,3%).

Analizando los resultados de los tres modelos, se puede concluir que aun cuando se rechaza la hipótesis que establece que no existe correlación entre el monto de financiamiento y el grado de responsabilidad, de esta última variable, existe una única dimensión que presenta una correlación positiva con el monto de financiamiento. Esta dimensión, es el grado de inclusión de los proyectos, que es una variable significativa únicamente si se considera un modelo de regresión no lineal.

A partir de estos resultados es posible concluir, que los montos de financiamiento destinados al desarrollo de la nanotecnología en el país están orientados hacia proyectos que tienen cierto grado de responsabilidad. En particular, hacia aquellos proyectos que

presentan cierto grado de inclusión. Si bien este resultado era esperado, debido a que las convocatorias que ofrecen más dinero exigen determinadas asociaciones público privadas, también se conforma como punto de partida para la realización de políticas públicas. En particular, este resultado deja expuesta la necesidad de trabajar sobre la promoción de las dimensiones anticipativas y reflexivas de los proyectos de nanotecnología.

La construcción de la variable *grado de responsabilidad* desarrollada en este capítulo, es un primer paso para que a futuro se financien proyectos de nanotecnología con un mayor grado de responsabilidad. La sola referencia a las características de un proyecto que lo identifican como más o menos responsable, permite tanto la anticipación como la reflexión sobre sus desarrollos y potenciales resultados. Además, refuerza también la dimensión inclusiva, ya que la identificación de las características permite que la anticipación y la reflexión no se realicen únicamente por parte de los integrantes de los proyectos de nanotecnología, sino también por quienes deciden financiar su desarrollo (hacedores de políticas) y por aquellos que consumen sus resultados (sociedad en general).

Conclusión del capítulo

En el presente capítulo, se realizó la etapa cuantitativa de la investigación para generalizar el resultado de la hipótesis refinada en el capítulo anterior, la cual indicaba que el monto de financiamiento recibido por los proyectos de nanotecnología no se correlacionaba positivamente con el grado de responsabilidad.

Para hacerlo se han considerado a los proyectos de nanotecnología como la unidad de análisis que vincula el desarrollo responsable con el financiamiento del sector público destinado a la nanotecnología. Si bien existe información en fuentes secundarias que permiten determinar los montos de financiamiento recibido por los proyectos, en la actualidad, no existe un criterio que permita clasificarlos de acuerdo a su responsabilidad. Ante la ausencia de este criterio, y consecuentemente de información al respecto, el aporte central de este capítulo en particular y de la tesis en general, ha sido la construcción de la variable *grado de responsabilidad* en los proyectos de nanotecnología a partir de las dimensiones inclusión, anticipación y reflexión, y la recopilación de información acerca de estas variables. Para lograr esta contribución, el capítulo se ha dividido en tres apartados.

Dentro del primero, se presentaron los proyectos de nanotecnología existentes en el país. Con la intención de interpelarlos desde su responsabilidad, se identificaron dos tipos de características que permiten clasificar a esta unidad de análisis como más o menos responsables según el modo en que llevan adelante su desarrollo. Un tipo de características están asociadas a las cuestiones descriptivas de los proyectos. Otro a cuestiones actitudinales y de comportamiento. Ambas características se pueden agrupar entre sí, para conformar las variables grado de inclusión, grado de anticipación y grado de reflexión del proyecto, que a su vez se constituyen como las dimensiones del grado de responsabilidad de los proyectos de nanotecnología.

En el segundo apartado, se construyó la variable *grado de responsabilidad* de los proyectos nanotecnología. Se operacionalizó dicha variable mostrando las características que componen las dimensiones grado de inclusión, de anticipación y de reflexión. A la dimensión grado de inclusión se le asignaron únicamente características descriptivas. A la dimensión grado de anticipación se le asignaron características descriptivas, actitudinales y de comportamiento. Finalmente, a la dimensión grado de reflexión, se le

asignaron características actitudinales y de comportamiento. Todas estas características se presentaron como variables ordinales, y se explicó el criterio de variación entre sus categorías. Finalmente, se describió cómo interactúan esas características para conformar las variables grado de inclusión, grado de anticipación, grado de reflexión y grado de responsabilidad.

En el tercer apartado, se presentó un cuestionario para recoger información acerca de las características de los proyectos de nanotecnología que permiten construir la variable responsabilidad. Se explicó la elección del orden y el tipo de preguntas, indicando que ambas decisiones facilitan el procesamiento de las respuestas. Seguidamente, se analizaron los datos recopilados. A partir de una descripción general de los resultados de las características descriptivas, actitudinales y de comportamiento de los proyectos, se asignó a cada una de las respuestas un valor. Con ellos se han calculado los grados de inclusión, de anticipación, de reflexión y de responsabilidad de cada uno de los proyectos. Finalmente, mediante diferentes modelos econométrico, se analizó la relación entre el grado de responsabilidad en los proyectos de nanotecnología y el financiamiento que han recibido.

En el primero, mediante un modelo lineal, se regresó la variable monto de financiamiento sobre la variable grado de responsabilidad, y se observó que entre ellas había una correlación positiva que era significativa. En el segundo modelo, también lineal, se regresó la variable monto de financiamiento sobre cada una de las dimensiones que componen el grado de responsabilidad. Se observó que la única dimensión que presentaba una correlación positiva era la del grado de inclusión. Sin embargo, esta correlación no era significativa. En el tercer modelo, se realizó un ajuste de la regresión a través de un modelo no lineal. Como resultado, nuevamente la dimensión grado de inclusión fue la única que mostró una correlación positiva con el monto de financiamiento, siendo esta vez una variable explicativa significativa.

Estos modelos, y los resultados obtenidos, permitieron alcanzar resultados vinculados con la hipótesis inducida a partir del estudio cualitativo realizado en el capítulo anterior. Más allá del rechazo de la hipótesis que indicaba que el monto de financiamiento recibido por los proyectos de nanotecnología no se correlacionaba positivamente con el grado de responsabilidad, se verificó que la dimensión central que establece esta correlación

positiva entre ambas variables, es el grado de inclusión de los proyectos de nanotecnología.

Tener en cuenta estos resultados, permite concluir que los montos de financiamiento destinados al desarrollo de la nanotecnología en el país, están orientados hacia proyectos de nanotecnología que tienen cierto grado de responsabilidad, en particular, hacia proyectos que registran cierto grado de inclusión. Si bien este resultado era esperado, debido a que las convocatorias que ofrecen más dinero exigen determinadas asociaciones público privadas, también se constituye como punto de partida para la realización de políticas públicas. En particular, este resultado deja expuesta la necesidad de trabajar sobre la promoción de las dimensiones anticipativas y reflexivas de los proyectos de nanotecnología. Más allá de los resultados, la información recopilada a lo largo del capítulo permite realizar un primer diagnóstico acerca de la situación de los proyectos de nanotecnología financiados por el sector público, respecto al grado de responsabilidad con el que llevan adelante sus desarrollos. Este primer diagnóstico, constituye un aporte fundamental para la gestión de un desarrollo que permita incorporar un criterio de responsabilidad en la asignación de recursos públicos.

Conclusión

El principal aporte de la tesis es el desarrollo de un modelo que, a partir de las dimensiones de inclusión, anticipación y reflexión, permite construir la variable *grado de responsabilidad*. Esta variable, puede emplearse para evaluar los proyectos de nanotecnología de Argentina y se constituye como una herramienta fundamental para llevar adelante la gestión del desarrollo responsable en el país. La clasificación de un proyecto a partir de ella, posibilita anticipar, proyectar la evolución y los potenciales resultados. Además, refuerza la dimensión inclusiva, al posibilitar que accedan a esta información no solo los integrantes del proyecto, sino quienes deciden financiarlos (hacedores de políticas) y aquellos que consumen sus resultados (sociedad en general). En este sentido, se espera que el modelo de responsabilidad propuesto, sea adoptado al momento de realizar algún tipo de gestión vinculado con el desarrollo de la nanotecnología.

El objetivo general que se propone esta tesis es analizar el desarrollo nanotecnológico local desde un marco de responsabilidad. Su cumplimiento parcial, fue posible gracias al modelo utilizado para construir la variable *grado de responsabilidad* en los proyectos de nanotecnología. La relevancia de tal análisis se basa en considerar que este tipo de desarrollos conlleva riesgos que son co-constituídos entre diferentes actores. Por esta razón, si no se incorpora un criterio de responsabilidad, los marcos de regulación existentes resultan insuficientes para asegurar un desarrollo de la nanotecnología del que se beneficie la sociedad en su conjunto. Incluso, la ausencia de tales marcos puede llegar a presentar un obstáculo para el futuro desarrollo del sector.

La realización de la tesis se organizó en cuatro capítulos, agrupados en dos partes. Los capítulos uno y dos, presentaron el corpus teórico. En ambos, se estudió el desarrollo de la nanotecnología a nivel mundial y local. Se explicó por qué es necesario incorporar un marco de responsabilidad sobre su desarrollo y se analizaron las posibilidades existentes en el país para llevar adelante su incorporación. Los capítulos tres y cuatro, presentaron el estudio de campo acerca del desarrollo de la nanotecnología en el país desde un marco de responsabilidad. Se presentó la metodología escogida para estudiar el desarrollo local a partir de este marco, se indagó a los hacedores de políticas al respecto, y se construyó la variable *grado de responsabilidad* que permitió medir los proyectos nanotecnología.

El objetivo del primer capítulo fue comprender el proceso del desarrollo de la nanotecnología desde su promoción hasta su regulación. La hipótesis asociada a ese capítulo fue que el desarrollo de la nanotecnología a nivel mundial, no es responsable. Explicando las diferentes instancias de su desarrollo, se comprendió que los riesgos que conlleva son co-constituídos entre diferentes actores (científicos, políticos, industriales y sociedad en general). En este sentido, para una regulación efectiva de tales riesgos, se deben hacer partícipes a todos los actores, incluida la sociedad en general y esto requiere un marco de responsabilidad que tenga en cuenta la incorporación activa de la sociedad en la toma de decisiones.

El aporte de este primer capítulo, fue argumentar porqué el desarrollo de la nanotecnología a nivel mundial no es responsable. Se tomaron como ejemplo las experiencias sobre la regulación que están llevando adelante dos potencias comerciales: Estados Unidos y la Unión Europea. Se expusieron ciertas diferencias entre ambos bloques y se concluyó que las mismas, a la vez que afectan el desarrollo comercial de la nanotecnología, presentan dos alternativas a seguir por el resto de los países. Tomando como ejemplo el caso de la Unión Europea, se concluyó que el marco de responsabilidad que allí se implementa en la actualidad, no permite un desarrollo responsable de la tecnología en general y de la nanotecnología en particular. La razón es que el marco de responsabilidad empleado, incluye la dimensión social a partir de motivaciones instrumentales. Esto refiere a que se incorporan procesos deliberativos en los que puede participar la ciudadanía, con el único propósito de convalidar fines políticos que ya se encontraban preestablecidos de antemano.

Sin embargo, si bien es cierto que ese marco no permite un desarrollo responsable de la nanotecnología, si se incorporaran institucionalmente las dimensiones que él mismo propone (inclusión, anticipación, reflexión y recepción) en y alrededor del desarrollo nanotecnológico, se lograría que lo fuera. A partir de este análisis, se dedujo que la incorporación del marco de responsabilidad aún es una cuenta pendiente, porque las metas económicas se siguen anteponiendo a los objetivos sociales en el desarrollo de una nueva tecnología de punta. En este sentido, la hipótesis de este primer capítulo que enuncia que el desarrollo de la nanotecnología a nivel mundial no es responsable, se verificó de manera parcial.

El objetivo del segundo capítulo fue analizar la posibilidad de incorporar un marco de responsabilidad sobre el desarrollo de la nanotecnología en Argentina. La hipótesis aquí planteada fue que la asignación de fondos públicos dirigidos a la nanotecnología en el país no incorpora criterios de responsabilidad. A partir del análisis de las políticas públicas en el país, se concluyó que, si bien las iniciativas de financiamiento siguen vigentes intentando desarrollar una industria nanotecnológica, en la actualidad, no hay iniciativas para incorporar un marco de responsabilidad sobre su desarrollo.

Para hacer efectiva esta incorporación es necesario el trabajo conjunto entre diversas instituciones encargadas de las cuestiones éticas en la ciencia, la tecnología y la innovación, y de su regulación. Por su rol de organismo articulador, y teniendo en cuenta los diferentes canales de comunicación que posee con todas las organizaciones que se vinculan de algún modo con la nanotecnología, se concluyó que la FAN es el lugar indicado para iniciar la apertura de un espacio que permita la incorporación de la dimensión social a lo largo del desarrollo de esta incipiente tecnología en el país. En particular, por los objetivos declarados, se consideró al Programa Nanosustentable de la FAN como el lugar propicio para llevar adelante un estudio del desarrollo de la nanotecnología desde un marco de responsabilidad. Aun considerando las limitaciones locales en lo que respecta a capacidad institucional, que pudieran obstaculizar la incorporación de dicho marco, el hecho de que actualmente no exista impidió verificar la hipótesis planteada.

Al advertir esta limitación, el aporte del primer capítulo fue la realización de dos propuestas para iniciar el estudio del desarrollo de la nanotecnología desde un marco de responsabilidad. En primer lugar, se propuso realizar una indagación acerca de las categorías que se consideraron dentro del término desarrollo responsable, incluidos en los programas que le dieron el impulso inicial a la nanotecnología. En segundo lugar, se propuso elaborar un modelo de responsabilidad que incorpore las dimensiones de inclusión, anticipación y reflexión. De este modo, ese modelo sería una herramienta de gestión que, a través de la participación de diferentes actores, contribuiría con este tipo de desarrollo. Estas propuestas se lograrían a través de un estudio que utilice herramientas cualitativas y cuantitativas, permitiendo analizar en profundidad la situación local y considerando las dimensiones elegidas.

En lo que se refiere a la metodología empleada, la ausencia a nivel local de precedentes concretos, que estudien el desarrollo de la nanotecnología desde un marco de responsabilidad, justificó que se despliegue una estrategia exploratoria y cualitativa. A través de entrevistas se indagó a los hacedores de política acerca de los riesgos, la ética y la responsabilidad local al respecto. Por tratarse de un capítulo cualitativo, la hipótesis no se estableció a priori, sino que se indujo a partir del análisis de los resultados alcanzados.

Precisamente, el aporte del tercer capítulo fue establecer una hipótesis posible de contrastar. Como resultado de las entrevistas, se presentaron a los proyectos de nanotecnología como unidad de análisis para estudiar el desarrollo de la nanotecnología en el país. También como producto de estas entrevistas, surgieron las variables monto de financiamiento y grado de responsabilidad, ambas ligadas a los proyectos y articuladas mediante la siguiente hipótesis: No existe relación entre el grado de responsabilidad y el monto de financiamiento estatal recibido por los proyectos de nanotecnología. Esta hipótesis se contrastaría en el capítulo cuatro.

El objetivo del cuarto capítulo fue analizar si existe relación entre el *grado de responsabilidad* y el monto de financiamiento estatal recibido por los proyectos de nanotecnología. Para hacerlo, se empleó el resultado obtenido en el capítulo anterior, que indicaba que los proyectos nanotecnológicos son la unidad de análisis que vinculan el desarrollo responsable la nanotecnología con el financiamiento del sector público. Se consideró que los proyectos de nanotecnología conforman fuentes de información relativamente estables para identificar los procesos y resultados de tales desarrollos. Estas unidades de análisis son las que se presentan a diferentes convocatorias para solicitar financiamiento público, y desarrollan la nanotecnología de diferentes modos. Estos últimos varían según la composición del proyecto, el tipo de producción que realizan, la regulación de esa producción y el modo de comunicación que llevan adelante para difundir sus resultados. Todas estas características influyen en la clasificación del proyecto como más o como menos responsable.

El aporte entonces del cuarto capítulo, fue el desarrollo de un modelo para construir la variable *grado de responsabilidad* que integró a las dimensiones de inclusión, anticipación y reflexión y que contribuyó con el cumplimiento del objetivo general de la tesis. La medición de ciertas características de los proyectos, asociadas con las dimensiones de inclusión, anticipación y reflexión, posibilitó realizar un primer análisis

acerca del desarrollo de la nanotecnología en el país desde un marco de responsabilidad. En igual sentido, permitió evaluar los resultados obtenidos a partir de la verificación parcial de la hipótesis general.

A partir de una vinculación entre dos resultados que surgieron del corpus teórico de la tesis, uno en el primer capítulo y otro en el segundo, se estableció la hipótesis general. Estos resultados hacen referencia a que, a nivel mundial, el desarrollo de la nanotecnología no es responsable porque no se incluye a la sociedad en general a lo largo de su proceso, y a nivel local, una gran cantidad de fondos públicos son destinados al desarrollo de este sector. Vinculando, ambos, se deduce la hipótesis general de la tesis.

HG: el financiamiento público estatal no está dirigido hacia el desarrollo responsable de la nanotecnología.

El problema para la verificación de la hipótesis planteada fue precisamente que a nivel local, no existen estudios que permitan caracterizar el desarrollo de la nanotecnología a partir de la noción de responsabilidad. En este punto, el estudio se centró en torno a cómo medir el desarrollo responsable de la nanotecnología. Para ello, tomando como referencia las dimensiones contenidas en el concepto de desarrollo responsable de la nanotecnología que se incluyeron en los planes de política de diferentes países, se realizó un trabajo de campo para indagar a los hacedores de política a nivel local respecto a la existencia de tales atributos. Las dimensiones que se indagaron fueron las de ética, riesgo y regulación, y mediante herramientas cualitativas se procedió a un refinamiento de la hipótesis planteada. De este procedimiento, surgió la siguiente reformulación: los montos de financiamiento público estatal no están correlacionado con el grado de responsabilidad de los proyectos de nanotecnología.

Una de las características más relevantes del refinamiento de la hipótesis, fue el de establecer a los proyectos de nanotecnología como unidades de análisis. Esto permitió, estudio cuantitativo mediante, trabajar sobre la verificación de la hipótesis. Sin embargo, en este momento del estudio, aún no era posible medir la variable *grado de responsabilidad*, debido a que no existen fuentes secundarias que agrupen la información necesaria para caracterizar un proyecto como más o como menos responsable. Ante esta dificultad, mediante un modelo teórico que establece que la responsabilidad está

conformada por las dimensiones de inclusión, anticipación y reflexión, se construyó la variable *grado de responsabilidad* en los proyectos de nanotecnología.

A partir de la construcción de esta variable, y de la implementación de un cuestionario para relevar información al respecto, fue posible proceder al testeo de la hipótesis planteada. Con los datos aportados por una muestra representativa de los proyectos de nanotecnología del país financiados con fondos públicos, en un análisis de primer nivel, se pudo verificar que existe una correlación positiva entre el monto de financiamiento recibido por los proyectos de nanotecnología y el grado de responsabilidad de los mismos. Esto llevo al rechazo de la hipótesis planteada. Ahora bien, fue necesario realizar un análisis de segundo nivel para entender a qué dimensión se le atribuía esta correlación positiva. En este punto, fueron establecidas tres hipótesis. La primera refiere a que el monto de financiamiento público estatal no está correlacionado con el grado de inclusión de los proyectos de nanotecnología. La segunda, que el monto de financiamiento público estatal no está correlacionado con el grado de anticipación de los proyectos de nanotecnología. La tercera indica que el monto de financiamiento público estatal no está correlacionado con el grado de reflexión de los proyectos de nanotecnología.

A través del diseño de un modelo econométrico de regresión múltiple (lineal y no lineal), se pudo proceder al testeo de las tres hipótesis planteadas. La única que fue rechazada es la que establece que el monto de financiamiento público estatal no está correlacionado con el grado de inclusión de los proyectos de nanotecnología. Las otras dos no fueron rechazadas, por lo que existe evidencia para afirmar que el monto de financiamiento público estatal no está correlacionado con el grado de anticipación, ni con el grado de reflexión de los proyectos de nanotecnología. Con estos resultados, se pudo concluir que la correlación positiva entre el monto de financiamiento y el grado de responsabilidad de los proyectos, se debe a la dimensión grado de inclusión en los proyectos.

Este resultado es de especial interés para la gestión del desarrollo responsable de la nanotecnología. El mismo indica que existen indicios de la incorporación de un criterio de responsabilidad en la asignación de fondos públicos a la nanotecnología. Este criterio está ligado a la dimensión de la inclusión. Cómo se mencionó en el corpus teórico de la tesis, en Argentina se financia con un mayor nivel de fondos aquellos proyectos de nanotecnología que incluyen una mayor diversidad de participantes. Sin embargo, por el momento, ésta se limita al sector privado (empresas) y la ciencia (grupos de investigación

y desarrollo). Por esta razón, más allá de que los fondos asignados hayan mostrado una correlación positiva con la dimensión de la inclusión, es necesario reforzarla incluyendo en los proyectos a representantes la sociedad en general. En cuanto a las dimensiones de anticipación y reflexión, es necesario gestionar los fondos públicos de manera tal que se direccionen hacia aquellos proyectos que trabajan más sobre las características que componen estas dimensiones.

El análisis en general y la construcción de la variable *grado de responsabilidad* a través de un modelo, conforman un primer paso para posibilitar la gestión del desarrollo responsable de la nanotecnología en el país. La sola identificación de las características de un proyecto que lo identifican como más o menos responsable, permite tanto la anticipación como la reflexión de sus desarrollos y potenciales resultados. Además, también se ve reforzada la dimensión inclusiva, ya que la identificación de las características permite que la anticipación y la reflexión no se realicen exclusivamente por parte de los integrantes de los proyectos de nanotecnología, sino también por quienes deciden financiar su desarrollo (hacedores de políticas) y quienes consumen sus resultados (sociedad en general). Todas estas cualidades del análisis realizado y del modelo utilizado para la construcción de la variable *grado de responsabilidad*, permitiría, por ejemplo, plantear la posibilidad de que a futuro se financien proyectos de nanotecnología atendiendo al atributo de la responsabilidad.

En referencia al aporte principal de la tesis, es importante comprender que el modelo desarrollado - a partir del cual se construyó la variable grado de responsabilidad - es en sí mismo una herramienta que contribuye con la gestión del desarrollo responsable de la nanotecnología en el país. Por un lado, refuerza la dimensión inclusiva del desarrollo nanotecnológico. Incluir este modelo en la toma de decisiones, permite que tanto los políticos, como los científicos, los empresarios y la sociedad en general, conozcan qué tipos de proyectos se están financiando con los fondos públicos. Además, refuerza la dimensión anticipativa, ya que los diferentes actores pueden prever a través de las características de los proyectos, cuáles serán los impactos futuros. En lo que respecta a la dimensión reflexiva, mejorar el grado, ya que implica en sí mismo un proceso reflexivo por quienes llevan adelante estos proyectos y quienes lo financian.

Otro de los aportes del modelo propuesto es que permite transferir los resultados de la tesis a diferentes actores. Para el sector público, se pone a disposición el estudio realizado

y el modelo a partir del cual se construyó la variable *grado de responsabilidad*, otorgando de este modo una herramienta para gestionar los fondos públicos y asignarlos de acuerdo a un criterio de responsabilidad. Tal gestión, permitiría que los resultados esperados de desarrollo de la nanotecnología se transfieran de manera adecuada a la sociedad en general, al transferir los beneficios alcanzados a nivel local.

En cuanto al sector científico y empresario, el modelo les provee un lineamiento acerca de las características que hacen que un proyecto sea más o menos responsable, y una herramienta para gestionar su desarrollo con este atributo. Consecuentemente, los científicos, además de poder identificar como mejorar cada una de estas características, necesitarán saber cómo gestionar un desarrollo responsable de la nanotecnología una vez que la asignación de fondos públicos adquiera un criterio de responsabilidad. Este punto, también es fundamental para las empresas que participan de los proyectos. Los empresarios que hoy en día invierten en nanotecnología a nivel local, dependen en gran medida de los recursos otorgados por el Estado. De este modo, el modelo les permite evaluar la gestión de los proyectos en los que participan en términos de responsabilidad.

En cuanto al sector académico, el estudio realizado queda a disposición como una fuente de consulta para la realización de futuros trabajos que analicen el desarrollo de la nanotecnología desde un marco de responsabilidad en el país. Es interesante notar que este estudio está asociado con la mirada de la nanotecnología como un tópico interdisciplinar donde el conocimiento científico se articula con el conocimiento administrativo, en pos de aportar información acerca del modelo de desarrollar la nanotecnología de un modo responsable. Al respecto, la metodología utilizada dentro del trabajo, al mismo tiempo que aporta una manera lógica de abordar un fenómeno de estudio poco abordado, posibilita la creación de diferentes cursos para realizar de manera conjunta el estudio de la nanotecnología, la administración y la metodología de investigación. En esta línea, la tesis se constituye como un material de estudio que posibilita la articulación académica entre doctorado, maestría y grado.

La tesis presenta diversas posibilidades para ampliar su alcance. En primer lugar, porque se realizó un análisis del desarrollo de la nanotecnología a nivel local desde un marco de responsabilidad, pero no se hizo ninguna propuesta concreta para incorporar este marco dentro de las políticas públicas. En segundo lugar, es posible expandir el alcance del estudio. Por ejemplo, en el análisis cualitativo se consideró como informantes a los

hacedores de política vinculados con la nanotecnología. Dentro de este grupo se consideró a políticos y a científicos, pero no a actores vinculados con el sector empresario. En la etapa cuantitativa, se consideraron únicamente aquellos proyectos que recibieron fondos de la ANPCyT y de la FAN, dejando de lado otros organismos que también financian el desarrollo de la nanotecnología a nivel local. En tercer lugar, el modelo teórico de responsabilidad a partir del cual se construyó la variable *grado de responsabilidad* de los proyectos, dejó de lado la dimensión de receptividad, de la que sería de sumo interés poder recopilar información.

Una vez realizado el análisis del desarrollo de la nanotecnología desde un marco de responsabilidad, explicado el modelo a partir del cual se construyó y se midió la variable *grado de responsabilidad* en los proyectos, y teniendo en cuenta las posibilidades para ampliar el alcance de la tesis, el trabajo a futuro consiste en realizar una propuesta formal para implementar esta conceptualización en las convocatorias de financiamiento público estatal. Actualmente éstas contienen ciertos requisitos vinculados con la responsabilidad de los proyectos. Por ejemplo, a los proyectos asociativos público – privado se les asigna una mayor cantidad de fondos, lo que refuerza la dimensión inclusiva. Sin embargo, dicha asignación de fondos está vinculada con la idea de desarrollar una industria nanotecnológica a nivel local, y no con la idea de incorporar un marco de responsabilidad sobre ese desarrollo.

Se considera de suma importancia que en las futuras convocatorias se explicita la necesidad de incorporar las dimensiones que caracterizan un desarrollo responsable de la nanotecnología, y otorgar los fondos de acuerdo al grado de inclusión, anticipación y reflexión de los proyectos. Esto permitiría que los beneficios que conlleva el desarrollo de la nanotecnología se distribuyan a toda la sociedad, a la vez que los riesgos son regulados de una forma más efectiva. Cobra entonces relevancia, complementar el trabajo realizado aquí con la realización de una propuesta formal para implementar esta conceptualización en las convocatorias de financiamiento público estatal.

Referencias bibliográficas

- Adams, J., Khan, H. T. A., Raeside, R., & White, D. (2007). *Research Methods for Graduate Business and Social Science Students* (First). New Delhi: Sage.
- Agrawal, S., & Rathore, P. (2014). Nanotechnology pros and cons to agriculture: A review. *Int J Curr Microbiol App Sci*, 3(3), 43–55.
- 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.
- ANMAT. (2012a). *Reunión ANMAT con la Fundación Argentina de Nanotecnología*. Administración nacional de medicamentos alimentos y tecnología médica, Ministerio de Salud, Argentina.
- ANMAT. (2012b). *Se conformó grupo de trabajo interdisciplinario sobre nanotecnología*. Administración nacional de medicamentos alimentos y tecnología médica, Ministerio de Salud, Argentina.
- Arocena, R., & Sutz, J. (2000). Looking at national systems of innovation from the South. *Industry and Innovation*, 7(1), 55–75.
- Arocena, R., & Sutz, J. (2009). Sistemas de innovación e inclusión social. *Pensamiento Iberoamericano*, 5(2), 99–120.

- Ávila, A., Ocampo, A., Wootton, O., Muñoz, F., & Vieira, P. (2016). *Nanotecnología y nanomateriales manufacturados en América Latina y el Caribe: aspectos de seguridad*. Bogotá: Ediciones Uniandes.
- Balasubramanian, K. (2014). Antibacterial application of polyvinylalcohol-nanogold composite membranes. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 455, 174–178.
- Barben, D., Fisher, E., Selin, C., & Guston, D. (2008). Anticipatory Governance of Nanotechnology: Foresight, Engagement, and Integration. *The Handbook of Science and Technology Studies*.
- Barrere, R., & Matas, L. (2013). *Indicadores de micro y nanotecnologías en Argentina - 2012*.
- BCC Research. (2014). *Nanotechnology: a realistic market assessment*.
- Beck, U. (1991). La irresponsabilidad organizada. *Debats*, 35(46), 30–37.
- Beck, U., Lash, S., & Giddens, A. (1997). *Modernización reflexiva: política, tradición y estética en el orden social moderno*. Madrid: Alianza Editorial.
- Becker, H. S. (2008). *Tricks of the trade: How to think about your research while you're doing it*. Chicago: University of Chicago Press.
- Benhabib, S. (1986). *Critique, norm, and utopia: A study of the foundations of critical theory*. New York: Columbia University Press.
- Bernard, R. (2012). *Social research methods: Qualitative and quantitative approaches*. Thousand Oaks: Sage.
- Bertrand, N., Wu, J., Xu, X., Kamaly, N., & Farokhzad, O. C. (2014). Cancer nanotechnology: the impact of passive and active targeting in the era of modern cancer biology. *Advanced Drug Delivery Reviews*, 66, 2–25.

- Bhattacharya, S., Saha, I., Mukhopadhyay, A., Chattopadhyay, D., & Chand, U. (2013). Role of nanotechnology in water treatment and purification: Potential applications and implications. *Int. J. Chem. Sci. Technol*, 3(3), 59–64.
- Bozeman, B., Larédo, P., & Mangematin, V. (2007). Understanding the emergence and deployment of “nano” S&T. *Research Policy*, 36(6), 807–812.
- Bozeman, B., & Mangematin, V. (2004). Editor’s introduction: Scientific and technical human capital. *Research Policy*, 33(4), 565–568.
- Carlsson, B., & Stankiewicz, R. (1991). On the nature, function and composition of technological systems. *Journal of Evolutionary Economics*, 1(2), 93–118.
- 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.
- Charmaz, K. (2006). *Constructing grounded theory: A practical guide through qualitative analysis*. London: Sage.
- Chen, H., Roco, M. C., Son, J., Jiang, S., Larson, C. A., & Gao, Q. (2013). Global nanotechnology development from 1991 to 2012: patents, scientific publications, and effect of NSF funding. *Journal of Nanoparticle Research*, 15(9), 1–21.
- Chudnovsky, D. (1999). Políticas de Ciencia y Tecnología y el Sistema Nacional de Innovación en la Argentina. *Revista de La CEPAL*. Retrieved from <http://repositorio.cepal.org/handle/11362/12173>

- Colvin, V. L. (2003). The potential environmental impact of engineered nanomaterials. *Nature Biotechnology*, 21(10), 1166–1170.
- 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 nanotechnologies: 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. (2011a). *Commission recommendation on the definition of nanomaterial*. Bruselas: Comisión de las Comunidades Europeas.
- Comisión Europea. (2011b). *DG Research workshop on Responsible Research & Innovation in Europe*. Bruselas: Comisión de las Comunidades Europeas.
- Comisión Europea. (2012). *Responsible Research and Innovation: Europe's ability to respond to societal challenges*. Bruselas: Comisión de las Comunidades Europeas.
- Comisión Europea. (2015). *European Commission Decision C (2015)2453 of 17 April 2015*. Bruselas: Comisión de las Comunidades Europeas.
- Comisión Europea. (2016). *European Commission Decision C (2016)1349 of 9 March 2016*. Bruselas: Comisión de las Comunidades Europeas.
- Creswell, J. W. (2009). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (Third). Sage.

- Creswell, J. W. (2013). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches*. Sage.
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2007). *Designing and conducting mixed methods research*. Los Angeles: Liechenstein.
- Cui, D., Tian, F., Ozkan, C. S., Wang, M., & Gao, H. (2005). Effect of single wall carbon nanotubes on human HEK293 cells. *Toxicol.Lett.*, 155, 73–85.
- Dabenigno, V. (2005). Orientaciones y ejemplos de construcción de un listado de códigos en la investigación cualitativa. Metodología de la Investigación Social I, II y III, Cátedra Ruth Sautu, Carrera de Sociología, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Buenos Aires (UBA), Buenos Aires.
- Darby, M. R., & Zucker, L. G. (2003). Grilichesian breakthroughs: inventions of methods of inventing and firm entry in nanotechnology. *NBER Working Paper W9825*.
- De Saille, S., & Medvecky, F. (2015). Innovation for a Steady State: A Case for Responsible Stagnation. Available at SSRN. Retrieved from http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2685948
- Deblonde, M. (2016). *RRI in the service of Sustainability*. Presented at the Responsible Research and Innovation (RRI): The Problematic Quest for “Right” Impacts, San Sebastián.
- Delvenne, P., & Vasen, F. (2013). Lo que los Sistemas Nacionales de Innovación no miran. Una crítica constructiva de las políticas de ciencia y tecnología a partir del “modelo de la soja transgénica.” *Riesgo, Política Y Alternativas Tecnológicas. Entre La Regulación Y La Discusión Pública*.
- Denscombe, M. (2014). *The good research guide: for small-scale social research projects*. London: McGraw-Hill.

- Donaldson, K., Brown, D., Clouter, A., Duffin, R., MacNee, W., Renwick, L., ... Stone, V. (2002). The pulmonary toxicology of ultrafine particles. *Journal of Aerosol Medicine*, 15(2), 213–220.
- Donaldson, K., Li, X. Y., & MacNee, W. (1998). Ultrafine (nanometre) particle mediated lung injury. *Journal of Aerosol Science*, 29(5), 553–560.
- Donaldson, K., Stone, V., Tran, C. L., Kreyling, W., & Borm, P. J. (2004). *Nanotoxicology*. BMJ Publishing Group Ltd.
- Doubleday, R. (2007). Risk, public engagement and reflexivity: Alternative framings of the public dimensions of nanotechnology. *Health, Risk & Society*, 9(2), 211–227.
- Drexler, K. E. (1986). *Engines of creation: the coming era of nanotechnology*. New York: Anchor Library of Science.
- Eisenhardt, K. M. (1989). Building theories from case study research. *Academy of Management Review*, 14(4), 532–550.
- EPA. (2012). Questions About Nanotechnology.
- Erickson, F. (1986). Qualitative methods in research on teaching. *Handbook of Research on Teaching*, 119–161.
- European Union Legislation. (2000). The precautionary principle.
- FAN. (2010). *Quién es quién en nanotecnología en Argentina* (No. 1). Fundación Argentina de Nanotecnología.
- FAN. (2012). *Quién es quién en nanotecnología en Argentina* (No. 2). Fundación Argentina de Nanotecnología.
- FDA. (2014). *Guidance for Industry Considering Whether an FDA-Regulated Product Involves the Application of Nanotechnology*.
- Feynman, R. P. (1959). Plenty of Room at the Bottom. *Presentation to American Physical Society*, Dec, 29.

- Fiorino, D. J. (1989). Environmental risk and democratic process: a critical review. *Colum. J. Envtl. L.*, 14, 501.
- Fischer, M., Romero, E., Zamit, A., Varela, F., Polino, C., & Alberti, J. (2013). *Asistencia Técnica para el Programa de Fortalecimiento de la Competitividad de las Pymes y Creación de Empleo en la República Argentina*.
- Flick, U. (2004). *Introducción a la investigación cualitativa*. Madrid: Morata.
- Foladori, G. (2006). *La influencia militar estadounidense en la investigación de las nanotecnologías en América Latina*.
- Foladori, G. (2016). Políticas públicas en nanotecnología en América Latina. *Problemas Del Desarrollo*, 47(186), 59–81.
- Foladori, G., Figueroa, S., Edgard, Z.-L., & Invernizzi, N. (2012). Características distintivas del desarrollo de las nanotecnologías en América Latina. *Sociologias*, 14(30), 330–363.
- Fontana, A., & Frey, J. (2005). The interview. In N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (Eds.), *Handbook of qualitative research*. California: Sage.
- Freeman, C. (1987). *Technology Policy and Economic Performance*. London: Printer.
- Freeman, C. (1995). The “National System of Innovation” in historical perspective. *Cambridge Journal of Economics*, 19(1), 5–24.
- GACTEC. (1997). Plan nacional plurianual de ciencia y tecnología, 1998-2000.
- Garg, S. R. (2014). *Nanotechnology for Animal Health and Production*. New Delhi: Daya Publishing House.
- Gavelin, K., Wilson, R., & Doubleday, R. (2007). *Democratic Technologies?: The Final Report of the Nanotechnology Engagement Group* (Neg. Involve Foundation).
- Geoghegan-Quinn, M. (2012). The dialogue between science and the rest of society has never been more important. Presented at the Science in Dialogue Conference –

- Towards a European Model for Responsible Research and Innovation, Odense, Denmark: European Commission.
- Godin, B. (2006). The Linear model of innovation the historical construction of an analytical framework. *Science, Technology & Human Values*, 31(6), 639–667.
- Godin, B. (2008). Innovation: the History of a Category. *Project on the Intellectual History of Innovation Working Paper, 1*.
- Godin, B. (2009). National innovation system: The system approach in historical perspective. *Science, Technology & Human Values*.
- Godin, B. (2010). Meddle not with them that are given to change”: Innovation as evil. *Project on the Intellectual History of Innovation, Paper, (6)*.
- Goetz, J. P., & LeCompte, M. D. (1988). *Etnografía y diseño cualitativo en investigación educativa*. Madrid: Morata.
- Gorra, A. (2007). *An analysis of the relationship between individuals perceptions of privacy and mobile phone location data-a grounded theory study*. Leeds Metropolitan University.
- Government of Japan. (2001). *2nd Science and Technology Basic Plan (2001-2005)*.
- 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.
- Guber, R. (2004). *El salvaje metropolitano: reconstrucción del conocimiento social en el trabajo de campo*. Buenos Aires: Paidós.
- Guston, D. (2000). Retiring the social contract for science. *Issues in Science and Technology*, 16(4), 32.
- Guston, D. (2015). Responsible innovation: who could be against that? *Journal of Responsible Innovation*, 2(1), 1–4.

- Hansen, S. F., Maynard, A., Baun, A., & Tickner, J. A. (2008). Late lessons from early warnings for nanotechnology. *Nature Nanotechnology*, 3(8), 444–447.
- Hassellöv, M., Readman, J. W., Ranville, J. F., & Tiede, K. (2008). Nanoparticle analysis and characterization methodologies in environmental risk assessment of engineered nanoparticles. *Ecotoxicology*, 17(5), 344–361.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la investigación* (Quinta). México D.F.: McGraw-Hill.
- Hite, J. M., & Hesterly, W. S. (2001). The evolution of firm networks: From emergence to early growth of the firm. *Strategic Management Journal*, 22(3), 275–286.
- Holstein, J., & Gubrium, J. F. (1997). Active interviewing. In D. Silverman (Ed.), *Qualitative research: theory, method and practice* (Sage). London.
- Howaldt, J., & Schwarz, M. (2010). Social Innovation. *Concepts, Research Fields, and International Trends. Dortmund: Sozialforschungstelle Dortmund.*
- IRAM. (2009). *Normas para una industria próspera y segura*. Instituto argentino de normalización y certificación.
- IRAM. (2015). *Plan de estudio de normas 2016*.
- Jonker, J., & Pennink, B. (2010). *The Essence of Research Methodology - A Concise Guide for Master and PhD Students in Management Science* (First). Berlin: Springer.
- Kakad, D. P., Gotmare, V. D., & Mhaske, S. T. (2015). Effect of Nanoparticles in Polyester Matrix & Physical, Mechanical, Thermal and Rheological Properties for the Textile Application. *International Journal on Textile Engineering and Processes*, 1(3), 59–72.
- Kulinowski, K. (2009). Temptation, temptation, temptation: Why easy answers about nanomaterial risk are probably wrong. *AZoNano. Com, November, 15*.

- Kvale, S. (1996). *InterViews: An introduction to qualitative research and interviewing*. London: Sage.
- Lam, C. W., James, J. T., McCluskey, R., & Hunter, R. L. (2004). Pulmonary toxicity of single-wall carbon nanotubes in mice 7 and 90 days after intratracheal instillation. *Toxicol Sci*, 77, 126–134.
- Larédo, P., Rieu, C., Villard, L., Kahane, B., Delemarle, A., Genet, C., & Mangematin, V. (2009). Emergence Des Nanotechnologies: Vers Un Nouveau “Modele Industriel.” In J. Leresche, P. Larédo, & K. Weber (Eds.), *Internationaliser la recherche et l’enseignement supérieur. France, Suisse et Union européenne dans une perspective comparée*. Paris: PPUR.
- Laroches, G. (2011). *Responsible innovation from an EU Commission Perspective*. Presented at the Franco-British workshop on responsible innovation From concepts to practice, London.
- Lau, E. Z., Foladori, G., Carroza, T., Appelbaum, R. P., Villa, L., & Robles-Belmont, E. (2015). Empresas de nanotecnología en la Argentina.
- Lavagna, R. (2004). *El Gobierno impulsa el desarrollo de tecnología y la alfabetización digital*. Presented at the IDEA 40 Coloquio anual, Mar del Plata. Retrieved from http://www.ideared.org/coloquio40/sintesis/Lavagna_Inversiones.asp
- Lavarello, P., & Cappa, M. (2010). Oportunidades y desafíos de la nanotecnología para los países en desarrollo: la experiencia reciente en América Latina.
- Leung, A. C. W., Lam, E., Chong, J., Hrapovic, S., & Luong, J. H. T. (2013). Reinforced plastics and aerogels by nanocrystalline cellulose. *Journal of Nanoparticle Research*, 15(5), 1–24.
- Leydesdorff, L., & Zhou, P. (2007). Nanotechnology as a field of science: Its delineation in terms of journals and patents. *Scientometrics*, 70(3), 693–713.

- L'Hoste, A. S., Hubert, M., Figueroa, S., & Andrini, L. (2015). La estructuración de la investigación argentina en nanociencia y nanotecnología: balances y perspectivas.
- Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry* (Vol. 75). London: Sage.
- List, F. (1841). *The National System of Political Economy*. London: Lippincott & Co.
- Liu, N., Lu, Z., Zhao, J., McDowell, M. T., Lee, H.-W., Zhao, W., & Cui, Y. (2014). A pomegranate-inspired nanoscale design for large-volume-change lithium battery anodes. *Nature Nanotechnology*, 9(3), 187–192.
- Liu, X., Wang, M., Zhang, S., & Pan, B. (2013). Application potential of carbon nanotubes in water treatment: a review. *Journal of Environmental Sciences*, 25(7), 1263–1280.
- Lövestam, G., Rauscher, H., Roebben, G., Sokull-Klüttgen, B., Gibson, N., Putaud, J., & Stamm, S. (2010). *Considerations on a Definition of Nanomaterial for Regulatory Purposes*. JRC, Comimsón Europea.
- Lundvall, B.-A. (1992). National innovation system: towards a theory of innovation and interactive learning. *Pinter, London*.
- Lupi, D. (2012). Nanotecnología e Industria Argentina. *Tiempos Modernos*, 16. Retrieved from <http://www.vocesenelfenix.com/sites/default/files/pdf/5.pdf>
- Lux Research. (2004). *Sizing Nanotechnology's Value Chain*.
- Lux Research. (2013). *Nanotechnology Update: Corporations Up Their Spending as Revenues for Nano-Enabled Products Increase*.
- Lyons, K., Scrinis, G., & Whelan, J. (2011). Nanotechnology, agriculture, and food. In D. Maclurcan & N. Radywy (Eds.), *Nanotechnology and global sustainability* (p. 117). London: CRC Press.
- Macnaghten, P., Davies, S., & Kearnes, M. (2010). Narrative and public engagement: some findings from the DEEPEN project. *Understanding Public Debate on*

Nanotechnologies. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, 13–29.

Mantovani, E., & Porcari, A. (2010). A governance platform to secure the responsible development of nanotechnologies: The FramingNano project. *Understanding Public Debate on Nanotechnologies. Options for Framing Public Policy. A Report from the European Commission Service, 39–52.*

Maxwell, J. A. (1996). *Qualitative research design: An interpretative approach.* Thousand Oaks, CA: Sage.

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

Meo, A. I. (2009). Consideraciones éticas en investigación social. In A. I. Meo & A. Navarro (Eds.), *La voz de los otros: el uso de la entrevista en la investigación social* (Primera, pp. 47–68). Buenos Aires: Omicron System.

Meo, A. I. (2010). Consentimiento informado, anonimato y confidencialidad en investigación social. *Aposta: Revista de Ciencias Sociales, (44)*, 2.

Miles, M., & Huberman, M. (1984). Qualitative data analysis: A sourcebook of new methods. *Educational Evaluation and Policy Analysis, 8*(3), 329–331.

Miles, M., & Huberman, M. (1994a). Métodos para el manejo y el análisis de datos. In N. Denzin & Y. Lincoln (Eds.), *Handbook of Qualitative Research.*

Miles, M., & Huberman, M. (1994b). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook.* Sage. Retrieved from

[https://books.google.com.ar/books?hl=es&lr=&id=U4IU_-wJ5QEC&oi=fnd&pg=PR12&dq=Huberman+y+Miles+\(1994\)&ots=kD_A3GPW0S&sig=siuy-Lu3dL8Gvb0XvSEAUoioq-Y](https://books.google.com.ar/books?hl=es&lr=&id=U4IU_-wJ5QEC&oi=fnd&pg=PR12&dq=Huberman+y+Miles+(1994)&ots=kD_A3GPW0S&sig=siuy-Lu3dL8Gvb0XvSEAUoioq-Y)

- Miles, M., Huberman, M., & Saldaña, J. (2014). Designing matrix and network displays. In *Qualitative Data Analysis: A Methods Sourcebook* (pp. 108–119). Los Angeles: Sage.
- MINCyT. (2009a). *Boletín estadístico tecnológico: NANOTECNOLOGÍA*. Buenos Aires: Secretaría de Planeamiento y Políticas del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva.
- MINCyT. (2009b). *EMPRETECNO*.
- MINCyT. (2010). *Bases de la Convocatoria Fondo Sectorial de Nanotecnología. FSNano-2010*.
- MINCyT. (2011). Argentina Innovadora 2020. Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación: Lineamientos estratégicos 2012-2015. Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva.
- MINCyT. (2012). Empresas y grupos de I+D de nanotecnología en Argentina.
- MINCyT. (2016). El futuro de las nanociencias y las nanotecnologías en Argentina. Estudio de prospectiva y vigilancia tecnológica. Secretaría de Planeamiento y Políticas.
- Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología. (2003). *Bases Convocatoria PAV 2003*.
- Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología. (2006). *Programa de áreas Estratégicas*.
- Mittelman, A. M., Lantagne, D. S., Rayner, J., & Pennell, K. D. (2015). Silver Dissolution and Release from Ceramic Water Filters. *Environmental Science & Technology*, 49(14), 8515–8522.
- Modi, K., Ghosh, S., Jana, A., Watson, R., & Pahan, K. (2013). RNS60, a novel therapeutic containing charge-stabilized oxygen nanobubbles, demonstrates efficacy in a transgenic mouse model of Alzheimer's disease. *Alzheimer's & Dementia*, 9(4), 702–10.

- Monteiro-Riviere, N. A., & Inman, A. O. (2006). Challenges for assessing carbon nanomaterial toxicity to the skin. *Carbon*, 44(6), 1070–1078.
- Moore, M. N. (2006). Do nanoparticles present ecotoxicological risks for the health of the aquatic environment? *Environment International*, 32(8), 967–976.
- Mumford, M. D. (2002). Social innovation: ten cases from Benjamin Franklin. *Creativity Research Journal*, 14(2), 253–266.
- Murray, F., Rutt, J. S., Ash, G., & Lian, L. (2012). Defense drivers for nanotechnology commercialization: technology, case studies, and legal issues. *Nanotech. L. & Bus.*, 9, 4.
- Murray, R., Caulier-Grice, J., & Mulgan, G. (2010). *The open book of social innovation*. National endowment for science, technology and the art London.
- Nanoscale Science, Engineering and Technology Subcommittee. (2004). *The National Nanotechnology Initiative: Strategic Plan*.
- National Nanotechnology Initiative. (2016). *Supplement to the President's 2017 Budget*.
- Navarro, A. (2009). La entrevista: el antes, el durante y el después. In A. I. Meo & A. Navarro (Eds.), *La voz de los otros: el uso de la entrevista en la investigación social* (Primera, pp. 85–126). Buenos Aires: Omicron System.
- Nelson, R. R. (1993). *National innovation systems: a comparative analysis*. Oxford university press.
- Nohynek, G. J., & Dufour, E. K. (2013). Nano-sized cosmetic formulations or solid nanoparticles in sunscreens: a risk to human health? *Archives of Toxicology*, 86(7), 1063–1075.
- Nordmann, A. (2006). Theories of nanotechnoscience. *Ethical and Social Implications of the Nano-Bio-Info-Cogno Convergence*.
- Nordmann, A. (2008). Philosophy of nanotechnoscience. *Nanotechnology*.

- Nowack, B., & Bucheli, T. D. (2007). Occurrence, behavior and effects of nanoparticles in the environment. *Environmental Pollution*, *150*(1), 5–22.
- Oberdörster, G., Oberdörster, E., & Oberdörster, J. (2005). Nanotoxicology: An Emerging Discipline Evolving from Studies of Ultrafine Particles. *Environm Health Perspec*, *113*(7), 823–39.
- O'Donnell, G. (2004). Ciencias sociales en América Latina. Mirando hacia el pasado y atisbando el futuro. *El Debate Político. Revista Iberoamericana de Análisis Político*, *50*.
- 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. In R. Owen, J. Bessant, & M. Heintz (Eds.), *Responsible innovation: managing the responsible emergence of science and innovation in society* (pp. 27–50). Chichester: Wiley.
- Parisi, C., Vigani, M., & Rodriguez-Cerezo, E. (2014). Agricultural Nanotechnologies: What are the current possibilities? *Nano Today*, *10*(2), 124–7.
- Patton, M. Q. (2002). *Qualitative Research & Evaluation Methods*. Thousands Oaks: Sage.
- Pedai, A., & Astrov, I. (2014). Nanotechnology in Military Development. *Nanotechnology*, *1*, 16528.
- Pellé, S., & Reber, B. (2016). *From ethical review to responsible research and innovation*. Wiley-ISTE.

- Penza, M., Suriano, D., Cassano, G., Pfister, V., Amodio, M., Trizio, L., ... De Gennaro, G. (2014). A case-study of microsensors for landfill air-pollution monitoring applications. *Urban Climate*.
- Poland, C. A., Duffin, R., Kinloch, I., Maynard, A., Wallace, W. A., Seaton, A., ... Donaldson, K. (2008). Carbon nanotubes introduced into the abdominal cavity of mice show asbestos-like pathogenicity in a pilot study. *Nature Nanotechnology*, 3(7), 423–428.
- Pouryamout, L., Dams, J., Wasem, J., & Dodel, R. (2012). Economic Evaluation of Treatment Options in Patients with Alzheimer’s Disease. *Drugs*, 72(6), 789–802.
- Prasad, R., Kumar, V., & Prasad, K. S. (2014). Nanotechnology in sustainable agriculture: present concerns and future aspects. *African Journal of Biotechnology*, 13(6), 705–713.
- Project on Emerging Nanotechnologies. (2015). An inventory of nanotechnology-based consumer products currently on the market.
- Rafols, I., van Zwanenberg, P., Morgan, M., Nightingale, P., & Smith, A. (2011). Missing links in nanomaterials governance: bringing industrial dynamics and downstream policies into view. *The Journal of Technology Transfer*, 36(6), 624–639.
- Rauscher, H., Roebben, G., Amenta, V., Aschberger, K., Boix Sanfeliu, A., Calzolari, L., ... Stamm, S. (2014). *Towards a review of the EC Recommendation for a definition of the term “nanomaterial” Part 2: Assessment of collected information concerning the experience with the definition*. JRC, Comimsón Europea.
- Rauscher, H., Roebben, G., Amenta, V., Boix Sanfeliu, A., Calzolari, L., Emons, H., ... Stamm, S. (2014). *Towards a review of the EC Recommendation for a definition of the term “nanomaterial” Part 1: Compilation of information concerning the experience with the definition*.

- Rauscher, H., Roebben, G., Boix Sanfeliu, A., Emons, H., Gibson, N., Koeber, R., ... Stamm, S. (2015). *Towards a review of the EC Recommendation for a definition of the term “nanomaterial” Part 3: Scientific-technical evaluation of options to clarify the definition and to facilitate its implementation*. JRC, Comissón Europea.
- RCEP. (2008). *Novel materials in the environment: The case of nanotechnology*. Royal Commission on Environmental Pollution, UK.
- Rip, A. (2010). De facto governance of nanotechnologies (pp. 285–308). Presented at the Dimensions of technology regulation. Conference proceedings of TILTING Perspectives on Regulating Technologies, Wolf Legal Publishers.
- Rip, A. (2014). The past and future of RRI. *Life Sciences, Society and Policy*. <https://doi.org/10.1186/s40504-014-0017-4>
- Rip, A., & Shelley-Egan, C. (2010). Positions and responsibilities in the “real”world of nanotechnology. *Understanding Public Debate on Nanotechnologies: Options for Framing Public Policies: A Working Document by the Services of the European Commission*. European Commission, Brussels, 31–38.
- Rip, A., & Van Amerom, M. (2009). Emerging de facto agendas surrounding nanotechnology: Two cases full of contingencies, lock-outs, and lock-ins. In M. Kaiser, M. Kurath, S. Maasen, & C. Rehmman-Sutter (Eds.), *Governing Future Technologies* (pp. 131–155). Amsterdam: Springer.
- RNCOS. (2010). *Nanotechnology market forecast to 2013*.
- Roco, M. C. (2004). Nanoscale Science and Engineering: Unifying and Transforming Tools. *AIChE Journal*, 50(5), 890–897.
- Roco, M. C. (2007). National nanotechnology initiative-past, present, future. *Handbook on Nanoscience, Engineering and Technology*, 2.

- Roco, M. C. (2011). The long view of nanotechnology development: the National Nanotechnology Initiative at 10 years. In *Nanotechnology Research Directions for Societal Needs in 2020* (pp. 1–28). Springer.
- Roco, M. C., & Bainbridge, W. S. (2005). Societal implications of nanoscience and nanotechnology: Maximizing human benefit. *Journal of Nanoparticle Research*, 7(1), 1–13.
- Roco, M. C., Mirkin, C. A., & Hersam, M. C. (2011). Nanotechnology research directions for societal needs in 2020: summary of international study. *Journal of Nanoparticle Research*, 13(3), 897–919.
- Roco, M. C., Williams, R. S., & Alivisatos, P. (Eds.). (1999). *Nanotechnology Research Directions: IWGN Workshop Report*.
- Rosenberg, N., & Trajtenberg, M. (2004). A general-purpose technology at work: The Corliss steam engine in the late-nineteenth-century United States. *The Journal of Economic History*, 64(1), 61–99.
- Sábato, J. A., & Botana, N. R. (1970). *La ciencia y la tecnología en el desarrollo futuro de América Latina*. Instituto de estudios peruanos.
- Saldaña, J. (2009). *The Coding Manual for Qualitative Researchers* (First). London: Sage.
- Salvarezza, R. (2003). *Why is nanotechnology important for developing countries?* Presented at the COMEST, Río de Janeiro. Retrieved from <http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001343/134391e.pdf>
- Salvarezza, R. (2011). Situación de la difusión de la nanociencia y la nanotecnología en Argentina. *Mundo Nano. Revista Interdisciplinaria En Nanociencia Y Nanotecnología*, 4(2), 18–21.

- Sargent, J. F. (2016). Nanotechnology: a policy primer. Retrieved from <http://eprints.internano.org/2357>
- Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2009). *Research methods for business students* (Fifth). London: Pearson Education.
- Savolainen, K., Alenius, H., Norppa, H., Pylkkänen, L., Tuomi, T., & Kasper, G. (2010). Risk assessment of engineered nanomaterials and nanotechnologies—a review. *Toxicology*, *269*(2), 92–104.
- Schulte, P. A., & Salamanca-Buentello, F. (2007). Ethical and scientific issues of nanotechnology in the workplace. *Ciência & Saúde Coletiva*, *12*(5), 1319–1332.
- SECyT. (2006). Plan estratégico nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Bicentenario (2006-2010). SECyT.
- Senado y Cámara de Diputados de la Nación Argentina. Ley 25.467 - Ciencia, tecnología e innovación (2001).
- Shapira, P., Youtie, J., & Kay, L. (2010). National Innovation System Dynamics and the Globalization of Nanotechnology Innovation. Presented at the Transatlantic workshop on nanotechnology innovation and policy.
- Siegel, R. W., Hu, E., & Roco, M. C. (1999). *Nanostructure Science and Technology. A Worldwide Study*.
- Silverman, D. (2016). *Qualitative research*. Sage.
- Stirling, A. (2005). 15| Opening up or closing down? Analysis, participation and power in the social appraisal of technology. Retrieved from <http://r4d.dfid.gov.uk/PDF/Outputs/CentreOnCitizenship/1052734439-stirling.2005-opening.pdf>
- Strauss, A. (1987). *Qualitative analysis for social scientists*. Cambridge University Press.

- Strauss, A., & Corbin, J. (1998). *Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory*. Sage.
- Strauss, A., & Corbin, J. (2002). *Bases de la investigación cualitativa: técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada*. Universidad de Antioquia Medellín.
- Strauss, A., & Glaser. (1967). *The Discovery of Grounded Theory: Strategies for Qualitative Research*. London: Wiedenfeld and Nicholson.
- Sunstein, C. (2005). *Laws of fear: beyond the precautionary principle*. Cambridge: Universities Press.
- Sykes, K., & Macnaghten, P. (2013). Responsible Innovation—Opening up Dialogue and Debate1. *Environmental Review*, 9, 210–225.
- Taniguchi, N. (1974). On the Basic Concept of Nanotechnology. *Proc. Int. Conf. Prod. Eng*, 18–23.
- Taylor, S. J., & Bogdan, R. (1987). Introducción a los métodos cualitativos de investigación.
- The Royal Society & The Royal Academy of Engineering. (2004). *Nanoscience and nanotechnologies: opportunities and uncertainties*. Royal Society and Royal Academy of Engineering London.
- 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.

- Trout, D. B., & Schulte, P. A. (2010). Medical surveillance, exposure registries, and epidemiologic research for workers exposed to nanomaterials. *Toxicology*, 269(2), 128–135.
- United Nations. (1992). *Conference on Environment & Development*.
- Valles, M. S. (2000). *Técnicas cualitativas de investigación social*. Madrid: Síntesis.
- van Lente, H., & Rip, A. (1998). Expectations in Technological Developments: An Example of Prospective Structures to be Filled in by Agency. In C. Disco & B. van der Meulen (Eds.), *Getting New Technologies Together: Studies in Making Sociotechnical Order* (pp. 203–231). Berlin: Walter de Gruyter.
- Vance, M. E., Kuiken, T., Vejerano, E. P., McGinnis, S. P., Hochella Jr, M. F., Rejeski, D., & Hull, M. S. (2015). Nanotechnology in the real world: Redeveloping the nanomaterial consumer products inventory. *Beilstein Journal of Nanotechnology*, 6(1), 1769–1780.
- Vasen, F. (2016). ¿Estamos ante un “giro poscompetitivo” en la política de ciencia, tecnología e innovación? *Sociologías*, 18(41), 242–268.
- Vicedo, M. (2015). Innovación nanotecnológica e impacto social: el caso del factor de crecimiento epidérmico recombinante encapsulado en el tratamiento del pie diabético. In M. T. Casparri (Ed.), *Nanotecnología: aplicaciones con impacto social y políticas de inversión: estudios de casos internacionales y argentinos*. Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Económicas.
- 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).
- Von Schomberg, R. (2007). From the ethics of technology towards an ethics of knowledge policy & knowledge assessment. *Available at SSRN 2436380*.
- Von Schomberg, R. (2011). Towards responsible research and innovation in the information and communication technologies and security technologies fields.
- Von Schomberg, R. (2016). *Responsible Innovation for the Pursuit of Sustainability*. Presented at the Responsible Research and Innovation (RRI): The Problematic Quest for “Right” Impacts, San Sebastián.
- Von Schomberg, R., & Davies, S. (2010). *Understanding public debate on nanotechnologies: options for framing public policy: a report from the European Commission Services*. Publ. Off. of the European Union.
- Werner, O., Schoepfle, G. M., & Abbott, J. (1987). *Ethnographic analysis and data management*. Sage.
- Wertz, F. (1983). From everyday to psychological description: Analyzing the moments of a qualitative data analysis. *Journal of Phenomenological Psychology*, 14(2), 197.
- Wiener, J., & Rogers, M. (2002). Comparing precaution in the United States and Europe. *Journal of Risk Research*, 5(4), 317–349.
- Working Party on Nanotechnology. (2013). *Responsible development of nanotechnology: summary results from a survey activity*. OCDE.
- Yao, J., Yang, M., & Duan, Y. (2014). Chemistry, biology, and medicine of fluorescent nanomaterials and related systems: New insights into biosensing, bioimaging, genomics, diagnostics, and therapy. *Chemical Reviews*, 114(12), 6130–6178.

- Zadrozny, T. (2007). Integrating Science in Society issues in scientific research. *EUROPEAN COMMISSION*. Retrieved from http://works.bepress.com/thomas_zadrozny/2/
- Zhou, C., Shi, Q., Guo, W., Terrell, L., Qureshi, A. T., Hayes, D. J., & Wu, Q. (2013). Electrospun bio-nanocomposite scaffolds for bone tissue engineering by cellulose nanocrystals reinforcing maleic anhydride grafted PLA. *ACS Applied Materials & Interfaces*, 5(9), 3847–3854.
- Zilgalvis, P. (2008). *Recommendation to the Member States on a Code of Conduct for Responsible Nanosciences and Nanotechnologies Research*. Presented at the Conferencia Internacional para la Investigación Responsable en Nanociencia y Nanotecnología. Retrieved from <http://www.cecte.gov.ar/pdf/000057-es.pdf>
- Zucker, L. G., & Darby, M. R. (2005). Socio-economic impact of nanoscale science: initial results and nanobank. *NBER Working Paper*.

Apéndices

Apéndice A: manual de códigos

Desafíos (DE)

DE VSOC: vincular a la sociedad

DE ME: crear o escalar al mercado

DE IN: crear o escalar a la industria

DE SN: desarrollar un sector

DE RE: regular

Oportunidades (OP)

OP TPG: tecnología de propósito general

OP FUNC: funcionalidades nuevas

OP NANOP: propiedades de las nanopartículas

OP MOD: moda

OP VA: valor agregado

OP CO: competitividad

Modo de producción (MP)

MP BUP: bottom up

MP TOPD: top down

Campos de aplicación (CA)

CA DD: salud

CA ELEC: electrónica

CA MAT: materiales

CA REAM: remediación ambiental

CA AGRO: agro

Cadena de valor de la nanotecnología (CV)

CV PF: producto final

CV PI: producto intermedio

CV MP: material prima

Sectores (S)

S PU: sector público

S PRI: sector privado

S CPUPRI: consorcio público-privado

Grupos de investigación y desarrollo (GID)

GID CID: centros de investigación

GID EQUIP: equipamiento

GID FIS: física

GID INV: investigadores

GID LAB: laboratorios

GID QUIM: química

GID RED: redes de nanotecnología

GID UNIV: universidades

GID EXT: exterior

Empresas (E)

E BT: empresa de base tecnológica

E NAN: empresa nanotecnológica

E N: empresa que usa nanotecnología

Vinculación (VI)

VI CIEN: vinculación desde la ciencia

VI POL: vinculación desde la política

Políticas públicas de articulación y promoción (PPA)

PPA MINCyT: Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación Productiva

PPA FAN: Fundación Argentina de Nanotecnología

Políticas públicas de financiamiento (PPF)

PPF ANPCyT: Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica

PPF ANR: Aportes no Reembolsables

PPF CONICET: Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas

PPF FONARSEC: Fondos Sectoriales de la ANPCyT
PPF FONCyT: Fondos de Ciencia y Tecnología de la ANPCyT
PPF FONTAR: Fondo Tecnológico Argentino de la ANPCyT
PPF FSNANO: Fondos sectoriales de la ANPCyT dirigidos a la nanotecnología
PPF PAE: Programa de Áreas Estratégicas de la ANPCyT
PPF PRESEM: Programa de financiamiento de la FAN

Políticas públicas internacionales (PPI)

PPI BM: Banco Mundial

PPI BID: Banco Interamericano de Desarrollo

PPI BIRF: Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento

Burocracia de las políticas públicas (PPB)

PPB EJECB: ejecución burocrática

PPB TRAB: trabas burocráticas

Ética (ET)

ET CECTE: Comité de Ética en Ciencia y Tecnología

ET COD: código de ética en nanotecnología

ET MARC: marco ético para la nanotecnología

ET INV: ética en los investigadores

Regulación (RE)

RE NANOSUST: iniciativa Nanosustentable de la FAN

RE MARC: marco regulatorio

RE NORM: normas regulatorias

RE OBS: observatorio nanotecnológico

RE ORG: organismos regulatorios

RE LAB: regulación en los laboratorios

RE SEGHIG: seguridad e higiene

RE INV: regulación e investigadores

Riesgo (RI)

RI MEAM: riesgo en el medioambiente

RI SALUD: riesgo en la salud

RI TOXI: nanotoxicología

RI NANOP: riesgo de las nanopartículas

Apéndice B: guía de entrevista

Presentación

Muchas gracias por permitirme hacer la entrevista. Esta es una tesis de doctorado en Ciencias Económicas en la Universidad de Buenos Aires. Uno de sus objetivos consiste en relacionar el financiamiento con el marco de innovación responsable dentro del sector nanotecnológico del país. Con tu ayuda busco identificar las características del sector en estos dos campos: financiamiento y responsabilidad. Toda la información es confidencial y anónima, de hecho, no voy a preguntar por nombres. Todo este material está a tu disposición. Te pido permiso para grabar.

Preguntas

1. Vinculación con el sector de nanotecnología
 - 1.1. ¿Cuál es tu relación con el sector de nanotecnología?
 - 1.2. ¿Hace cuánto trabajas en el sector?
 - 1.3. ¿Qué me podrías contar del sector?
2. ¿Qué iniciativas conocés vinculadas con el desarrollo de la nanotecnología en el país?
 - 2.1. ¿Qué me podrías contar acerca de la FAN (Fundación Argentina de Nanotecnología)?
 - 2.2. ¿Qué me podés contar acerca de la ANPCyT (Agencia Nacional de Promoción de Ciencia y Tecnología)?
 - 2.3. ¿Conocés algún otro tipo de política pública de financiamiento vinculada con la nanotecnología?
3. Marco de RRI: ética, riesgos y regulación en nanotecnología
 - 3.1. ¿Qué me podés contar de las consideraciones éticas en nanotecnología?
 - 3.2. ¿Qué me podés contar acerca de la CECTE (Comité de Ética en Ciencia y Tecnología)?
 - 3.3. ¿Conocés algunas proposiciones para tener en cuenta la responsabilidad científica?
 - 3.4. ¿Existen riesgos asociados a la nanotecnología?
 - 3.5. ¿Cuáles son los riesgos que asocias a la nanotecnología?

- 3.6. ¿Conoces cómo se regulan los riesgos asociados a la nanotecnología en Argentina?
 - 3.7. ¿Me podés contar de algún organismo regulatorio que trabaje con N&N?
4. Oportunidades y desafíos en la nanotecnología
 - 4.1. ¿Cuáles son tus perspectivas en cuanto a la nanotecnología en Argentina?
 - 4.2. ¿Cuáles son las oportunidades de la nanotecnología?
 - 4.3. ¿Cuáles son los desafíos de la nanotecnología?
 - 4.4. ¿Qué me podés contar de la agenda futura vinculada con la nanotecnología?

Apéndice C: matriz de análisis

Matriz de análisis de las dimensiones vinculantes a los proyectos de nanotecnología.

Informante	Vinculación	Grupos I+D	Empresas	Sectores
Político de CTI Ex Subsecretario de Políticas de CTI Productiva del MINCYT	Desde la política VI CIEN	GID al frente de proyectos GID INV	Necesaria para la gestión de proyectos E NANOTECNOLOGÍA	Falta de participación de privados S PRI
	<i>“soy ingeniero agrónomo, soy docente investigador y hace al menos tres años comencé a trabajar en nanotecnología en el sector agroalimentario y agroindustrial.”</i>	<i>“si bien desde lo normativo te encontrarás con proyectos que buscan generar innovaciones de alto impacto, quienes llevan a cabo esos proyectos son un grupo de investigadores que toda su vida trabajaron con una lógica de PICT, bajo una lógica científicista. Se nota cierta deficiencia en la gestión de esos proyectos.”</i>		<i>“Se generan a veces proyectos donde el sector privado participa desde lo formal. Pone una firma y después no tiene una participación concreta. Cuando uno ve la dinámica, el sector privado va a las reuniones, pone la firma, y las articulaciones que la Agencia imagino son inexistentes o son muy complicadas de llevar a cabo.”</i>
Político de CTI Ex responsable del programa Nanosustentable FAN - Ex Subsecretario de Políticas de CTI Productiva del MINCYT	Desde la política VI POL	Existencia de GID GID INV	Aparición de empresas E EBT	Financiamiento de CAPP S CPUPRI
	<i>“Empecé trabajando en el sector de ciencia y tecnología en el año 2006, en la Agencia Nacional Científica y Tecnológica como responsable de la unidad de gestión socio ambiental. Ahí empecé a ver algunas cuestiones de nanotecnología, fundamentalmente que tenían que ver con la unidad de riesgos e impactos de la nanotecnología en la ejecución de los proyectos.”</i>	<i>“... salimos a la primera convocatoria del primer FS que hubo en nano para consorcios público-privados. Ahí empiezan a aparecer algunas empresas que fueron las primeras que adoptan estas tecnologías para poder escalarlas y llevarlas al mercado. Esto empieza a generar otros instrumentos. La Agencia empieza a tener instrumentos de EBT, donde aparece la nanotecnología. Obviamente sigue habiendo proyectos de investigación en nanotecnología. Ya parece más común. Yo tengo mis dudas. Muchos de los aspectos tenían que ver con grupos ya consolidados en el tema materiales que ahora se llamaban nanotecnología.”</i>		<i>“lo primero que hicimos fue diseñar en tres sectores tecnológicos (bio, nano y tics) algunas prioridades, o nichos de oportunidades, para invertir en proyectos asociativos público-privados.”</i>
Político de CTI Directivo del FONARSEC de la ANPCyT	Desde la política VI POL	Existencia de grupos GID INV	Falta de empresas E N	Falta inversiones privadas S PRI
	<i>“...se planteó el tema del FONARSEC y me pusieron a cargo... Nosotros financiamos ocho proyectos de nanotecnología en el marco del Banco Mundial. Los proyectos son buenos. Dieron origen a patentes, a publicaciones, generaron ventajas para algunas empresas participantes de los consorcios.”</i>	<i>“... hay grupos, pero empresas que hagan desarrollos terminales para nano específicamente hasta ahora, según mi percepción, no hay. Este es un desafío a mediano y largo plazo e implica desarrollar competencias particulares que requieren mucha inversión por parte del sector privado.”</i>		<i>“Este no es un país donde el sector privado se caracterice por hacer inversiones de riesgo, sino que normalmente las inversiones de riesgo las empieza a hacer el estado. Algunas resultan y otras no tanto.”</i>

Fuente: elaboración propia

Apéndice D: cuestionario

Hola,

Mi nombre es Pablo Herrera. Estoy realizando mi tesis doctoral en la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de Buenos Aires.

En mi investigación, la unidad de análisis son proyectos de nanotecnología que han recibido financiamiento estatal. Te envío este mail porque te he identificado como participante de al menos un proyecto con estas características.

Completando el cuestionario, me ayudas a continuar con mi trabajo. Si conoces a otros integrantes de proyectos de nanotecnología que hayan recibido financiamiento estatal, agradecería que le reenvíes el cuestionario.

Saludos,

Pablo

Proyecto de nanotecnología

Tenga en cuenta que:

- Las respuestas son en base al proyecto por el cual contesta el cuestionario
- Puede completar un cuestionario por cada proyecto en el que haya participado

Financiamiento, periodo de vigencia y limitantes del proyecto

El proyecto ha recibido dinero del (desplegable – respuesta única)

1. Fondo de Ciencia y Tecnología de la ANPCyT
2. Fondo Tecnológico Argentino de la ANPCyT
3. Fondo Sectorial de la ANPCyT
4. Programa de financiamiento PreSemilla de la FAN
5. no ha recibido dinero de ningún fondo o programa mencionado

El proyecto comenzó (desplegable – respuesta única)

1. antes del año 2000
2. entre el año 2001 y 2005

3. entre el año 2006 y 2010
4. entre el año 2011 y 2015
5. entre el 2016 y la actualidad

El proyecto finalizó (desplegable – respuesta única)

1. antes del año 2000
2. entre el año 2001 y 2005
3. entre el año 2006 y 2010
4. entre el año 2011 y 2015
5. no finalizó

La principal dificultad que se encontró el proyecto fue

1. la formulación
2. la interacción entre partes
3. la recepción del financiamiento
4. las evaluaciones parciales
5. la evaluación final
6. alguna dificultad no mencionada

Grupos de investigación y desarrollo del proyecto

Los grupos de investigación y desarrollo están conformados por investigadores. Generalmente están relacionados con algún centro o instituto de investigación.

El proyecto cuenta/contó con la participación de (desplegable – respuesta única)

1. un grupo de investigación y desarrollo
2. más de un grupo de investigación y desarrollo
3. no cuenta con la participación de grupos de investigación y desarrollo

(sólo si cuenta con la participación de grupos de investigación y desarrollo)

El proyecto cuenta/contó con la participación de investigadores que provienen en su mayoría del campo de (desplegable – respuesta única)

1. la física

2. la química
3. la biología
4. la ingeniería
5. otra disciplina

El proyecto cuenta/contó con la participación de investigadores que (desplegable – respuesta única)

1. más de la mitad son varones
2. exactamente la mitad son varones
3. menos de la mitad son varones

El proyecto cuenta/contó con la participación de investigadores que (desplegable – respuesta única)

1. más de la mitad trabajan en el sector público
2. exactamente la mitad trabaja en el sector público
3. menos de la mitad trabaja en el sector público

Empresas del proyecto

Las empresas son organizaciones que comercializan productos que incorporan nanociencia y/o nanotecnología.

El proyecto cuenta/contó con la participación de (desplegable – respuesta única)

1. una empresa
2. más de una empresa
3. no cuenta con la participación de empresas

(sólo si el proyecto cuenta con la participación de empresas)

El proyecto cuenta/contó con la participación de empresas que (desplegable – respuesta única)

1. más de la mitad son públicas
2. exactamente la mitad son públicas
3. menos de la mitad son públicas

El proyecto cuenta/contó con la participación de empresas que (desplegable – respuesta única)

1. más de la mitad son PyME
2. exactamente la mitad son PyME
3. menos de la mitad son PyME

El proyecto cuenta/contó con la participación de empresas que (desplegable – respuesta única)

1. más de la mitad son empresas de base tecnológica
2. exactamente la mitad son empresas de base tecnológica
3. menos de la mitad son empresas de base tecnológica

Resultados del proyecto

El proyecto contribuye/contribuyó a la cadena de valor mediante la producción de (desplegable – respuesta única)

1. un producto final
2. un producto intermedio
3. de materia prima
4. un tipo de producción no mencionada

El proyecto tiene/tuvo como principal campo de aplicación (desplegable – respuesta única)

1. la agroindustria
2. el ambiente y desarrollo sustentable
3. el desarrollo social
4. la energía
5. la electrónica
6. la salud
7. alguno no mencionado

El proyecto tiene/tuvo como principal resultado (desplegable – respuesta única)

1. la publicación de artículo científico
2. el patentamiento de producto
3. la creación de empresa
4. ninguna de las opciones anteriores

El proyecto difunde/difundió sus resultados principalmente en (desplegable – respuesta única)

1. revistas científicas
2. eventos científicos
3. eventos no científicos
4. una página web
5. otro medio no mencionado
6. no difunde resultados

Impacto y regulación del proyecto

El proyecto supone/supuso la inclusión de nanopartículas en productos que impactan principalmente

1. en la salud (desplegable – respuesta única)
2. en el medioambiente
3. no impactan ni en la salud ni en el medioambiente
4. no supone la inclusión de nanopartículas en productos

En el marco del proyecto se participa/participo en reuniones donde (selección múltiple – casillas de verificación)

se realicen ejercicios prospectivos para analizar los impactos futuros del proyecto

se reflexione sobre los impactos futuros del proyecto

se integre una visión de participantes externos al proyecto

se han realizado otro tipo de actividades referidas a los impactos futuros del proyecto

se han realizado otro tipo de actividades no referidas a los impactos futuros del proyecto

no ha participado de reuniones

El proyecto en términos de cumplimiento de normativa regulatoria trabaja/trabajó con (selección múltiple – casillas de verificación)

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

el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA)

la Superintendencia de Riesgos de Trabajo (SRT)

el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable

otro organismo regulatorio

no ha trabajado en términos de cumplimiento de normativa regulatoria

El proyecto cuenta/contó con laboratorios de trabajo donde existen instrucciones de seguridad reglamentadas mediante (selección múltiple – casillas de verificación)

la normativa ISO

la normativa IRAM

otra normativa

no existen instrucciones de seguridad reglamentadas mediante normativa

no cuenta con laboratorios de trabajo

Apéndice E: procesamiento de las respuestas

Proy.	Inclusión								Anticipación					Reflexión			
1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	2	0	1
2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	2	0	1
3	1	1	0	0	0	0	0	0	1	2	1	1	2	2	2	0	1
4	1	0	0	0	0	2	0	0	1	1	1	1	0	0	0	2	1
5	2	0	1	0	1	0	2	0	2	1	1	1	2	0	2	0	0
6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	1
7	2	0	0	0	2	0	0	0	1	1	1	1	2	1	2	0	1
8	2	1	2	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	0	0	0	1
9	1	0	2	0	1	0	0	2	1	0	2	1	1	2	2	0	1
10	2	0	0	0	2	0	0	2	2	1	2	1	1	0	2	0	1
11	2	0	0	0	1	0	2	0	1	1	1	0	2	1	2	0	1
12	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	1	2	2	1
13	2	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	1	1	1	0	0	1
14	2	0	2	0	0	0	0	0	0	2	1	1	1	0	0	0	1
15	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	0	1
16	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	2	0	1
17	2	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	2	0	2	0	1
18	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	2	0	1
19	2	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1
20	2	1	1	0	1	0	0	0	2	0	0	1	0	1	2	2	2
21	1	0	2	0	0	0	0	0	2	1	1	1	1	0	0	2	1
22	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1
23	2	0	0	0	1	0	0	0	2	2	1	1	0	1	2	2	1
24	2	0	2	0	1	0	0	0	0	2	1	1	2	1	2	2	1
25	2	1	0	0	2	0	0	0	2	1	1	1	2	2	2	0	1
26	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1
27	1	1	2	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	2	2	1
28	0	1	0	2	2	0	0	2	1	1	1	1	2	2	2	0	2
29	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	0	0	0	1
30	0	1	2	2	0	0	0	0	2	2	0	2	0	1	2	0	1
31	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	1
32	2	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	2	0	2	0	0
33	2	1	2	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	1	0	0	1
34	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	2
35	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	1
36	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	0	1	0	1
37	2	1	0	0	2	0	0	2	2	1	1	1	2	2	2	0	1
38	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2	0	1
39	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	1	0	0	1
40	1	0	0	0	1	2	2	0	2	1	2	2	2	1	2	0	2
41	1	0	2	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	2	2	0	1
42	2	0	0	0	0	2	0	0	0	1	1	2	1	0	2	0	1
43	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	2	1	2	1	2	0	1

Apéndice F: regresiones econométricas

. regress monfin gres

Source	SS	df	MS	Number of obs = 33	
-----+-----			F(1, 31) = 5.31		
Model	3.4214e+13	1	3.4214e+13	Prob > F	= 0.0281
Residual	1.9981e+14	31	6.4456e+12	R-squared	= 0.1462
-----+-----			Adj R-squared = 0.1187		
Total	2.3403e+14	32	7.3134e+12	Root MSE	= 2.5e+06

monfin	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
-----+-----						
gres	94091.78	40839.89	2.30	0.028	10798.27	177385.3
_cons	374143.9	728734.7	0.51	0.611	-1112120	1860408

. regress monfin ginc gant gref

Source	SS	df	MS	Number of obs = 33	
-----+-----			F(3, 29) = 2.76		
Model	5.2017e+13	3	1.7339e+13	Prob > F	= 0.0599
Residual	1.8201e+14	29	6.2762e+12	R-squared	= 0.2223
-----+-----			Adj R-squared = 0.1418		
Total	2.3403e+14	32	7.3134e+12	Root MSE	= 2.5e+06

```
-----
```

monfin	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
ginc	282654.3	196765.3	1.44	0.162	-119775.8	685084.5
gant	-50106.15	78735.07	-0.64	0.530	-211137.5	110925.1
gref	-95501.02	75279.4	-1.27	0.215	-249464.7	58462.65
_cons	269692.2	747321.2	0.36	0.721	-1258751	1798136

```
-----
```

```
. ologit monfinord ginc gant gref
```

```
Ordered logistic regression           Number of obs =    33

                                LR chi2(3)   =    10.96

                                Prob > chi2   =    0.0119

Log likelihood = -27.263063           Pseudo R2    =    0.1674
```

```
-----
```

monfinord	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
ginc	.3785733	.1957223	1.93	0.053	-.0050353	.762182
gant	-.0848314	.0725137	-1.17	0.242	-.2269557	.0572929
gref	-.1310283	.0749581	-1.75	0.080	-.2779435	.0158868

```
-----
```