

(2009) 7:2 *GenEdit*, 1-7

UN MODELO DE GOBERNABILIDAD DE LOS RIESGOS PARA LA NANOTECNOLOGÍA: UNA REVISIÓN DE GUÍAS Y POLÍTICAS INTERNACIONALES

Lucie M. Bucci¹, Michèle Stanton-Jean², Bartha Maria Knoppers³

La nanotecnología es reconocida por la comunidad dedicada a la investigación y desarrollo como la tecnología del siglo XXI. Sea que sirvan para combatir el cáncer o mejorar las telecomunicaciones, los grandes avances científicos que están surgiendo a partir de la nanotecnología son significativos, sin embargo, se entiende también que estos avances no están exentos de riesgo. En pleno proceso de entendimiento de las implicancias de la nanotecnología, ha quedado claro que no debemos dejarnos engañar con respecto al impacto de la nanotecnología en la sociedad. Si bien existen muchas incertidumbres, hay también mucho de promesa en cuanto a que la nanotecnología puede impactar a muchas comunidades en desventaja en todo el mundo. Como es el caso de otras tecnologías emergentes, se tiene que encontrar un equilibrio entre los riesgos y los beneficios. En esta editorial, examinamos las políticas internacionales relevantes que existen sobre nanotecnología y destacamos la manera en que ofrecen una orientación hacia el manejo de los riesgos que ésta plantea, sobre todo aquellos que afectan la salud humana.

Reconocimientos: Este trabajo ha contado con el apoyo del Social Sciences and Humanities Research Council of Canada. También queremos expresar nuestro reconocimiento a la Dra. Denise Avard por su apoyo en la preparación de este estudio.

¹ Lucie Marisa Bucci, M.A., es Profesional Asociada del Centre of Genomics and Policy de McGill University y Génome Québec Innovation Centre.

² Michèle Stanton-Jean es Investigadora Invitada en el Centre de recherche en droit public de la Université de Montréal.

³ Bartha Maria Knoppers, Ph.D, es Profesora de Medicina de McGill University y Directora del Centre of Genomics and Policy.

Este texto es una traducción del Inglés.

DEFINIENDO EL CONTEXTO DE LA NANOTECNOLOGÍA: LA CIENCIA DE LO PEQUEÑO

Nanotecnología es un término amplio para describir una serie de ciencias y tecnologías que buscan manipular la materia atómica con propósitos específicos. Aclamada como la próxima 'Revolución Industrial'¹, la nanotecnología ofrece nuevas avenidas en biología y medicina humana, por ejemplo, haciendo que sea posible monitorear, reparar, construir y controlar los sistemas biológicos humanos a nivel celular utilizando materiales y estructuras diseñados con ingeniería molecular.² Gracias a las cualidades nano, las propiedades de la materia orgánica e inorgánica tales como tamaño y forma, así como área de superficie y solubilidad pueden ser manipuladas y aplicadas de manera muy amplia.³ Los ejemplos por excelencia los constituyen las aplicaciones de la nanotecnología en la medicina. Por ejemplo, se puede hacer que las drogas lleguen a determinadas áreas objetivo del cuerpo utilizando adenovirus - virus que sirven como vectores con propiedades y características de tamaño nano que resultan ser casi ideales-eliminando con ello los efectos colaterales asociados con los tratamientos farmacéuticos convencionales.⁴

Sea que se desarrollen para tratar el cáncer o mejorar las telecomunicaciones, estos grandes avances científicos son muy significativos. Sin embargo, se entiende también que estos avances no están exentos de riesgo. Uno de los peligros radica en la ingeniería de nanopartículas, donde no se sabe mucho acerca de los efectos para la salud humana, sobre todo dado que existe poca información sobre cómo difieren las propiedades físicas, químicas y biológicas de las nanopartículas con respecto a sus contrapartes de tamaño macro.^{5,6} A pesar de desconocer estas implicancias, la proliferación de la industria de la nanotecnología a nivel global se ha incrementado en niveles alarmantes. Este crecimiento sin precedentes suele atribuirse al compromiso por parte de los Estados Unidos de invertir fuertemente en investigación y desarrollo en el campo de la nanotecnología con la promulgación en el año 2003 de la Ley para la Investigación y

Desarrollo en Nanotecnología en el Siglo XXI⁷.

La ratificación de esta política estimuló un aumento sin precedentes de la investigación y desarrollo a nivel mundial. Una encuesta global realizada por el Observatorio Europeo de Ciencia y Tecnología muestra que son más de 150 las compañías que se encuentran desarrollando aplicaciones médicas utilizando una mezcla de nanomateriales tales como nanotubos de carbono, varios polímeros y sustancias químicas.⁸ De acuerdo con estimados más recientes efectuados por la Fundación Nacional de Ciencias de los Estados Unidos, el mercado de la nanotecnología podría alcanzar la cifra de 1 billón de dólares entre los años 2011 y 2012.⁹ Evidentemente en esta etapa de la investigación y desarrollo en nanotecnología se podría considerar que los potenciales beneficios comerciales compensan *los riesgos 'no conocidos'*.

Dado este contexto, se espera que la introducción de la nanotecnología en la sociedad tenga un impacto profundo en la salud humana. Este impacto potencial es central para el debate sobre la nanotecnología y constituye el telón de fondo de este editorial. Exploraremos el tema de la *governabilidad de los riesgos* en las políticas internacionales sobre nanotecnología.

MILES DE RIESGOS POSIBLES PARA LA SALUD HUMANA

Si bien la nanotecnología trae consigo mucha esperanza y entusiasmo con respecto a una amplia gama de áreas, los posibles riesgos para la salud humana se encuentran ampliamente documentados. En esta etapa, se sabe que las nanopartículas y la nanomateria se producen naturalmente en nuestro medio ambiente. También pueden surgir como subproductos o ser generadas mediante reacciones químicas de nanomateriales producidos mediante procesos de ingeniería.¹⁰ Muchos sostienen que estas nanopartículas obtenidas mediante procesos de ingeniería y utilizadas para producir bienes comerciales serán eventualmente liberadas en el medio ambiente y contaminarán el agua y las

fuentes de alimento.¹¹ Por otro lado, existe la perspectiva de que los materiales a escala nano son “más pequeños y por lo tanto más seguros” o “exactamente lo mismo que la materia regular pero en menor tamaño.” Sin embargo, en la medida que la exploración en las características de las nanopartículas avanza, se torna más aparente que esta visión no es necesariamente exacta.

Las nuevas investigaciones científicas revelan que los materiales a escala nano con frecuencia presentan propiedades físicas, químicas y biológicas muy distintas a las de sus contrapartes de tamaño macro.¹² Tamaño, geometría y solubilidad son todas propiedades que hacen a las nanopartículas particularmente sensibles a la complejidad de una respuesta tóxica.¹³ Estas partículas pueden ingresar en el cuerpo humano a través de las fosas nasales, la piel o el tracto intestinal y pueden translocarse por el cuerpo humano vía los fluidos espinales, las neuronas y el tracto respiratorio superior. Un cúmulo cada vez mayor de evidencia sugiere que la exposición aguda a nanomateriales activa los mecanismos de defensa del organismo tales como las respuestas inflamatorias y al estrés oxidativo así como la inmunidad innata y adquirida (o de adaptación).¹⁴ Muchos científicos también han visto estas partículas depositarse en las fosas nasales, de donde son tomadas por los nervios olfativos y llevadas, atravesando la barrera hematoencefálica, directamente hacia las células del cerebro.¹⁵ Se sospecha que algunos otros efectos de las nanopartículas no se manifiestan durante muchos años, lo cual se cree es el caso de los productos elaborados con nanotecnología de cuarta generación que están basados en sistemas moleculares homogéneos generalmente elaborados “de abajo hacia arriba”.^{16,17}

La complejidad de las nanopartículas se incrementa de manera exponencial por el hecho de que son maleables y pueden ser ‘vueltas a empaquetar’ en otros tipos de compuestos químicos para formar productos completamente nuevos. Con la falta de métodos de medición y datos de referencia validados para determinar la naturaleza de las nanopartículas elaboradas mediante procesos de ingeniería, podría ser que

nunca lleguemos a conocer sus efectos.¹⁸ En este momento, se estima que existen 50,000 tipos de nanomateriales; todos ellos exhibiendo características únicas con una serie de posibles efectos para la salud. A la luz de este déficit de conocimiento, algunos miembros de la comunidad académica, como Simon Brown, profesor del Departamento de Física y Astronomía de la Universidad de Canterbury en Nueva Zelanda, han sugerido que los encargados de elaborar las políticas se centren en la problemática real, a saber el desarrollo de una estrategia de *governabilidad de los riesgos* para lo que sí sabemos y para lo que podemos anticipar.¹⁹ Desde el punto de vista de Brown, “[Esta es la manera] de superar este déficit de conocimiento y la ‘parálisis por análisis’ que estamos experimentando actualmente [trad].”²⁰

EL CONCEPTO DE GOVERNABILIDAD DE LOS RIESGOS

Mencionado inicialmente en el informe *Pequeños tamaños de la materia que sí importan: oportunidades y riesgos de la nanotecnología* elaborado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) conjuntamente con el grupo Allianz²¹, el modelo de *governabilidad de los riesgos* fue reelaborado como marco conceptual de trabajo para la nanotecnología por el Consejo Internacional para la Governabilidad de Riesgos (IRGC), una fundación independiente dedicada a la governabilidad de los riesgos²². La característica dominante del modelo de *governabilidad de los riesgos* es lo que se necesita para facilitar la interacción entre los diferentes grupos de interés e instituciones clave para lograr metas específicas deseadas.

Alejándonos del concepto tradicional de governabilidad y de sus instituciones, un modelo de *governabilidad de los riesgos* abarca todas las decisiones y acciones relevantes en cuanto a los riesgos, es de particular importancia en situaciones en las que la naturaleza del riesgo requiere colaboración y coordinación entre varias agencias y grupos de interés (no se cuenta con una única autoridad que tenga a su cargo la toma de decisiones); y pide que se

tome en consideración factores contextuales tales como: (a) acuerdos institucionales (ej. marco normativo y legal y mecanismos de coordinación como mercados, incentivos o normas autoimpuestas) y (b) cultura y percepciones socio-políticas.²³ Otras características más prominentes del marco de la *governabilidad de los riesgos* tal como lo presenta el IGRC conllevan mejorar una base de conocimiento, fortalecer las estructuras y procedimientos de gestión de los riesgos y promocionar la comunicación entre los distintos grupos de interés.²⁴

Como con todas las tecnologías nuevas, la prevalencia de consecuencias inciertas aumenta la preocupación a nivel internacional. Es esta incertidumbre la que ha llevado a hacer llamados a la precaución en lo que se refiere a la gestión de los riesgos asociados con la nanotecnología y a generar un creciente interés en el marco de la *governabilidad de los riesgos*.

REVISIÓN DE LAS POLÍTICAS INTERNACIONALES

Buscamos examinar cómo abordan estos riesgos los organismos internacionales, gubernamentales y no gubernamentales, en varios niveles jurisdiccionales. No incluimos políticas enunciadas por grupos de interés de consumidores activos en esta área. Hemos realizado una búsqueda minuciosa de políticas en diferentes recursos en línea utilizando bases de datos tales como NIOSH²⁵, ICON²⁶, NELSI Global, la base de datos de la OCDE²⁷ y el Proyecto sobre Nanotecnologías Emergentes del Instituto Woodrow Wilson²⁸ en combinación con catálogos que tratan el tema del riesgo relacionado con la nanotecnología. Palabras clave como nanotecnología, regulación, riesgo, salud humana, ética, seguridad, gobernabilidad, toxicidad y políticas arrojaron 13 políticas que abordan directamente los riesgos para la salud derivados de la nanotecnología, 3 de las cuales hacían mención en grandes detalles al concepto de *governabilidad de los riesgos*.

La discusión que sigue a continuación se centra en los resultados de la búsqueda efectuada enfocándonos en el tema de la *governabilidad de los riesgos* dentro del área de la nanotecnología.

RESULTADOS

La revisión arrojó una serie de enunciados de políticas provenientes de varias jurisdicciones, fundamentalmente de Canadá, los Estados Unidos, el Reino Unido, Australia y Francia. También se encontró otras declaraciones de posición e informes relevantes formulados por gobiernos supranacionales y organizaciones no gubernamentales tales como la Comisión Europea, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO).

La política más notable que trató por primera vez la problemática del riesgo es la *Nanociencia y Nanotecnología: Oportunidades e Incertidumbres*, publicada el año 2004 por la Real Sociedad y Real Academia de Ingeniería del Reino Unido.²⁹ En esta declaración, se expresa la preocupación por los posibles peligros para la salud que plantean las nanopartículas y nanotubos manufacturados, libres. En tal sentido, “todos los organismos reguladores relevantes [deben] considerar si las regulaciones son adecuadas para proteger a los seres humanos y al medio ambiente de los peligros esbozados en este informe [...]”.³⁰

Esta política apuntala el tema relevante del riesgo y reconoce la necesidad de una mayor investigación de los asuntos de salud no conocidos. Este sentimiento es igualmente expresado por otras agencias gubernamentales y no gubernamentales tales como el Grupo Europeo de Ética en Ciencia y Nuevas Tecnologías³¹, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE)³², Swiss Re³³, el Consejo Internacional para la Gobernabilidad de Riesgos³⁴ y el Consejo de Academias Canadienses³⁵.

Sin embargo, la nanotecnología es intrincada.³⁶ Definir y a la vez distinguir entre nanopartículas con distinta problemática de riesgo resulta por ello difícil.³⁷ Muchas políticas reconocen estos desafíos. Por ejemplo, el Grupo Europeo de Ética en Ciencia y Nuevas Tecnologías recomienda que, “se requiere de mayor investigación en

[salud] y seguridad de los nanoproductos[,] y que sin una investigación estratégica de los riesgos, la confianza pública en las nanotecnologías podría verse menoscabada por peligros percibidos reales.³⁸ El Comité Consultivo Nacional Francés de Ética para las Ciencias de la Vida y de la Salud sostiene que existen consecuencias importantes por no evaluar adecuadamente los riesgos de los nanoproductos para la salud y que resulta imperativo que abordemos con urgencia el desarrollo de un sistema de medición.³⁹

Sin embargo, fue en el libro blanco del 2006 que el IRGC presentó por primera vez un marco para la *governabilidad de los riesgos* consistente en dos esquemas independientes de evaluación de los riesgos (evaluación de la relación riesgo-beneficio y percepción del riesgo) como parte de una hoja de ruta para el desarrollo futuro de la nanotecnología.⁴⁰ Estos esquemas se basan en el nivel de complejidad de los nanoproductos, en la evolución de los productos y en las consecuencias sociales y éticas de estos productos. De acuerdo con el IRGC, “el Esquema 1 se ocupa de las nanoestructuras relativamente simples, pasivas o simplemente reactivas con comportamiento constante, en tanto que el Esquema 2 se ocupa de nanoestructuras y nanosistemas más complejos y/o activos con función evolutiva, algunos de los cuales podrían utilizar elementos moleculares fundamentales o bioestructuras como elementos de su composición.”⁴¹

Swiss RE en su publicación del 2004 titulada *Nanotechnology: Small Matter, Many Unknowns* (Nanotecnología: materia pequeña, gran desconocimiento) va un paso más allá y destaca los diversos requisitos para una estrategia de gestión de los riesgos que sea exitosa.⁴² La publicación sostiene que hace falta la actividad de comunicar los riesgos. Por otro lado, La Sociedad de la Innovación propone el desarrollo de definiciones, estándares y mejores prácticas, así como un esfuerzo coordinado a nivel internacional.⁴³ La OCDE y el Grupo Allianz incluyen adicionalmente como requisito que se dé un acceso abierto.⁴⁴ Finalmente, el informe del año 2007 elaborado por la Comisión Mundial de Ética del Conocimiento Científico y la

Tecnología (COMEST) hace referencia a la importancia de incorporar en los modelos y marcos para la *governabilidad de los riesgos* la rendición pública de cuentas y la transparencia, así como la educación pública sobre la problemática ética y social que emana de los nanoproductos elaborados en base a los consumidores.⁴⁵

CONCLUSIÓN

Nos propusimos revisar una serie de políticas que abordaban el tema de la *governabilidad de los riesgos* para la nanotecnología. Adicionalmente a esta meta, encontramos que la idea de la *governabilidad de los riesgos* es contingente con el establecimiento de estándares internacionales de salud y seguridad; el desarrollo de herramientas de metrología y terminología; la comunicación de los riesgos relativos; y el desarrollo de una política frente a los riesgos que sea transparente y rinda cuentas.⁴⁶ Existe mucha preocupación por el hecho de que sin un marco de *governabilidad de los riesgos*, la existencia de regímenes reguladores contradictorios en varias jurisdicciones alentarán a que compañías dedicadas a la investigación y desarrollo en nanotecnología a trabajar desde países donde existe pocas restricciones y salvaguardas para la seguridad de la salud, sobre todo a medida que crezca la competencia global por productos elaborados con nanotecnología. De ocurrir esto, la salud de los trabajadores y consumidores en estas así como en otras jurisdicciones internacionales podría resultar comprometida.⁴⁷

El modelo de la *governabilidad global de los riesgos* ofrece en este momento un marco potencial para iniciar las actividades requeridas para desarrollar una estrategia de *governabilidad de los riesgos* a nivel internacional. Para resumir, el marco de *governabilidad de los riesgos* construye canales de comunicación entre la industria, los gobiernos y la comunidad académica, establece puentes entre los intereses privados y comerciales y la investigación y desarrollo y ofrece un soporte adecuado mediante el desarrollo una base de evidencias. Con una dirección adecuada, este modelo puede también fortalecer las estructuras y procesos de gestión a través

de un organismo internacional que pueda poner a funcionar herramientas y guías para minimizar los riesgos para la salud.

Sin embargo, el éxito de este modelo descansa en su capacidad para mantenerse a la misma velocidad que la industria de la nanotecnología. Su longevidad dependerá de la incorporación de sus políticas por parte de las jurisdicciones participantes. Los beneficios potenciales del modelo de *governabilidad de los riesgos* son la integración y evaluación de los riesgos para la salud y las preocupaciones éticas, legales y sociales que con frecuencia conforman los parámetros para discutir acerca del impacto social y consecuentemente la futura aceptación de esta tecnología emergente.

A medida que continuamos desarrollando nuestro conocimiento acerca de los riesgos de las nanopartículas para la salud, varias agencias internacionales, gubernamentales y no gubernamentales sostienen que se requiere de un enfoque basado en la *governabilidad de los riesgos* para transmitir y gestionar los riesgos conocidos y desconocidos asociados con la nanotecnología. De hecho, desde la realización de este trabajo, ha habido un incremento sostenido de la cantidad de políticas que consideran la *governabilidad de los riesgos* como marco potencial para supervisar los riesgos. Actualmente, los gobiernos no son capaces de establecer estructuras reguladoras nuevas dentro de sus propias jurisdicciones para ir a la par con la innovación en el campo de la nanotecnología; y si no se cuenta con evidencia producto de una investigación adecuada, esta tarea se hace aún más difícil.⁴⁸ La persistente incertidumbre científica también está limitando la efectividad de los actuales marcos reguladores. Contar con un modelo global de *governabilidad de los riesgos* que incluya la creación de una agencia internacional reguladora resulta por lo tanto una opción digna de consideración y discusión.

¹ Fritz Allhoff, "The Coming Era of Nanomedicine" (2009) 9 *The American Journal of Bioethics* 3.

² Liangfang Zhang *et al.*, "Nanoparticles in medicine: therapeutic applications and developments" (2008) 83 *Clinical Pharmacology & Therapeutics* 761.

³ Allhoff, *supra* note 1.

⁴ Ravi Singh & Kostas Kostarelos, "Designer Adenoviruses for Nanomedicine and Nanodiagnostics" (2009) 27 *Trends in Biotechnology* 220.

⁵ Resnik & Sally S. Tinkle, "Ethical Issues in Clinical Trials Involving Nanomedicine" (2007) 28 *Contemporary Clinical Trials* 433.

⁶ J. Clarence Davies, Project on Emerging Nanotechnologies, *Managing the Effects of Nanotechnology*, (Washington, D.C.: Consejo de Organizaciones Internacionales de las Ciencias Médicas (2006)

⁷ *21st Century Nanotechnology Research and Development Act*, 15 U.S.C., § 189 (2003).

⁸ Zhang *et al.* *supra* note 1.

⁹ Inderscience Publishers, "Nanotech Protection: Current Safety Equipment May Not Be Adequate" (16 October 2009), online: ScienceDaily

<http://www.sciencedaily.com/releases/2009/10/091013112524.htm>.

¹⁰ Debasmitta Patra, Haribabu Ejnavarzal & Prajit K. Basu, "Nanoscience and Nanotechnology: Ethical, Legal, Social and Environmental Issues" (2009) 96 *Current Science* 651.

¹¹ *Ibid.*

¹² Clarence Davies, *supra* note 5.

¹³ Erik K. Richman & James E. Hutchison "The Nanomaterial Characterization Bottleneck" (2009) 3 *ACS Nano* 2443.

¹⁴ Resnik & Tinkle, *supra* note 5 at 436.

¹⁵ Patra, Ejnavarzal & Basu, *supra* note 10; Royal Academy of Engineering and Royal Society, *Nanoscience and Nanotechnologies: Opportunity and Uncertainties* (London, 2004); Ernie Hood, "Fullerenes and Fish Brains: Nanomaterials Cause Oxidative Stress" (2004) 112 *Environ. Health Perspect.* A568.

¹⁶ Allhoff, *supra* note 1.

¹⁷ Kshitij A. Singh, "Risk Governance in Nanotechnology" (2006) *Nanoforum*, online: Institute of Nanotechnology http://www.nanoforum.org/nf06~modul~showmore~folder~9999~scid~415~.html?action=longview_publication&.

¹⁸ Treye Thomas *et al.*, "Moving Toward Exposure and Risk Evaluation of Nanomaterials: Challenges and Future Directions", (2009) 1 *WIREs Nanomedicine and Nanotechnology* 426.

¹⁹ Simon Brown, "The New Deficit Model" (2009) 4 *Nature Nanotechnology* 609.

²⁰ *Ibid.*

²¹ Organization for Economic Co-Operation and Development (OECD) & Allianz Group, *Small Sizes that Matter: Opportunities and Risks of Nanotechnologies* (2005), online: <http://www.oecd.org/dataoecd/32/1/44108334.pdf>.

²² International Risk Governance Council, *White Paper on Nanotechnology Risk Governance* (2006), online:

http://www.irgc.org/IMG/pdf/IRGC_white_paper_2_PDF_final_version-2.pdf.

²³ *Ibid.*

²⁴ International Risk Governance Council (IRGC), *Nanotechnology Risk Governance: Recommendations for a Global, Coordinated Approach to the Governance of Potential Risks*, (2007), online:

http://www.irgc.org/IMG/pdf/PB-nanoFINAL2_2.pdf.

²⁵ National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), online: <http://www.cdc.gov/niosh/>.

-
- ²⁶ International Council on Nanotechnology (ICON), online:
<<http://icon.rice.edu/research.cfm>>.
- ²⁷ Organization for Economic Co-operation and Development (OECD), online:
<<http://puck.sourceoecd.org/vl=2293085/cl=27/nw=1/rpsv/home.htm>>.
- ²⁸ Woodrow Wilson Institute, online:
<http://www.wilsoncenter.org/index.cfm?topic_id=166192&fuseaction=topics.home>.
- ²⁹ Royal Academy of Engineering and Royal Society, *Nanoscience and Nanotechnology*: online:
<http://www.nanotec.org.uk/report/Nano%20report%202004%20fin.pdf>.
- ³⁰ *Ibid.*
- ³¹ European Group on Ethics in Science and New Technologies, *Opinion on the Ethical Aspects of Nanomedicine*, (2007), online:
http://ec.europa.eu/european_group_ethics/activities/docs/opinion_21_nano_en.pdf.
- ³² OECD & Allianz Group, *supra* note 21.
- ³³ Swiss Re: Center for Global Dialogue, “The Risk Governance of Nanotechnology: Recommendations for Managing a Global Issue” (Conference report from the Swiss Re Conference, 6-7 July 2006), (2007), online:
<http://www.centre-forglobaldialogue.net/INTERNET/rschwebp.nsf/vwPagesIDKeyWebLu/GLBH-743CKG?OpenDocument>.
- ³⁴ IRGC, *supra* note 23.
- ³⁵ Canadian Council of Academies, *Small is Different: A Science Perspective on the Regulatory Challenges of the Nanoscale*, (2009), online:
[http://www.scienceadvice.ca/documents/\(2008_07_10\)_Report_on_Nanotechnology.pdf](http://www.scienceadvice.ca/documents/(2008_07_10)_Report_on_Nanotechnology.pdf).
- ³⁶ *Ibid.*
- ³⁷ *Ibid.*
- ³⁸ European Group on Ethics in Science and New Technologies, *supra* note 31.
- ³⁹ Comité Consultatif National d’Éthique pour les Science de la Vie et de la Santé, *Questions éthiques posées par les nanosciences, les nanotechnologies et la santé*, (2007), online : <http://www.ccne-ethique.fr/docs/fr/avis096.pdf>.
- ⁴⁰ IRGC, *supra* note 23.
- ⁴¹ *Ibid.*
- ⁴² Swiss Re, *supra* note 31.
- ⁴³ The Innovation Society, *Nano-Regulation: A Multi-Stakeholder-Dialogue-Approach Towards a Sustainable Regulatory Framework for Nanotechnologies and Nanosciences*, (2006), online:
http://www.innovationsgesellschaft.ch/images/publikationen/Nano_Regulation_final3.pdf.
- ⁴⁴ OECD & Allianz Group, *supra* note 21.
- ⁴⁵ World Commission on the Ethics of Scientific Knowledge and Technology (COMEST), *Nanotechnologies and Ethics: Policies and Actions*, (2007), online:
<http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001521/152146E.pdf>.
- ⁴⁶ FramingNano Report, *Mapping Study on Regulation and Governance of Nanotechnologies* (2009), online:
FramingNano, www.framingnano.eu.
- ⁴⁷ Regulatory Governance Initiative, *International Approaches to the Regulatory Governance of Nanotechnology* by Jennifer Pelley & Marc Saner (Ottawa, Canada: Regulation Papers 54, 2009).
- ⁴⁸ IRGC, *supra* note 23.