

El papel de las organizaciones civiles en la innovación: discusión a partir del caso de la nanotecnología

RESUMEN

Las políticas de ciencia, tecnología e innovación (PCTI) a nivel global consideran la nanotecnología como área estratégica para promover la competitividad económica. Las PCTI presentan fuerte isomorfismo en sus rasgos principales derivado, en parte, del substrato teórico común dado por la teoría de la innovación. Uno de sus trazos comunes es la identificación de tres agentes de la innovación: la empresa, la universidad y el gobierno. A partir del análisis del desarrollo de la nanotecnología mostramos que tal enfoque excluye el papel desempeñado por organizaciones civiles en la innovación. En contrapunto, mostramos que una concepción más amplia de innovación derivada del análisis marxista es más fructífera para incluir tales actores y argumentamos que constituye una limitación teórica y práctica no considerarlos con igual relevancia que la tríada citada en las PCTI. El artículo se basa en revisión de literatura y análisis de documentos elaborados por diversas organizaciones civiles en la primera década de desarrollo de la nanotecnología (2000-2010).

PALAVRAS-CHAVE: Nanotecnología. Políticas de ciencia, Tecnología e innovación. Sistemas nacionales de innovación. Triple hélice. Organizaciones civiles.

Guillermo Foladori

gfoladori@gmail.com

Universidad Autónoma de Zacatecas,
Zacatecas, México.

Noela Invernizzi

noela@ufpr.br

Universidade Federal do Paraná, Curitiba,
Paraná, Brasil.

INTRODUCCIÓN

Es ya lugar común considerar a la innovación económica como requisito para el desarrollo, tanto para mantener posiciones de liderazgo en países más industrializados, como para impulsar el desarrollo en los menos avanzados. A partir de la década de 1980, el enfoque neoshumpeteriano de innovación fue adquiriendo dominancia como substrato teórico para el diseño de las políticas de ciencia, tecnología e innovación (PCTI) a nivel internacional. Esa es una de las razones por las cuales tales políticas tienden a exhibir un fuerte isomorfismo, más allá de las especificidades que cada país presenta. Uno de los rasgos más notorios de este isomorfismo es destacar tres actores como agentes claves para la implementación de las PCTI: el gobierno, las empresas, y las instituciones que producen conocimiento (universidades y centros e investigación). Entre las formulaciones más divulgadas de este modelo de tres actores está la “triple hélice” de Etzkowitz e Leydersdorff (2001).

El destaque para la tríada gobierno, empresas, y centros de investigación responde a dos razones. Por un lado, la división social del trabajo ha separado las actividades de investigación científica de las actividades productivas propiamente dichas. La empresa, sector que produce los bienes materiales, descansa, por lo menos en parte, en otras instituciones la tarea de la investigación científica. Inclusive en el caso de las corporaciones que tienen departamentos de investigación y desarrollo (I&D), no se confía toda la innovación a éstos, como demuestra el mercado mundial de patentes, donde se cristaliza el conocimiento en títulos de propiedad que se negocian (MADIÈS; GUELLEC; PRAGER, 2014). Esta división social del trabajo justifica que la teoría de la innovación, y la PCTI, identifiquen a empresas y centros de investigación como dos agentes centrales y distintos. El tercer actor, el gobierno, es una necesidad forzosa, no apenas porque elabora las políticas públicas, sino también porque interviene en los mercados de diferentes maneras y controla las instituciones e instrumentos del Estado que tienen un papel decisivo en el devenir económico. En particular, el gobierno estimula la innovación a través de diversas formas de soporte financiero a la I&D, como reducción de impuestos, préstamos y subsidios (GONZÁLEZ; PAZÓ, 2008).

Por otro lado, el papel de la tríada mencionada en la innovación parte del reconocimiento de que la aplicación de la ciencia y tecnología a la producción es un componente esencial de las economías desarrolladas; y de que existe una correspondencia entre producción de alta tecnología, competitividad, innovación y desarrollo. Conceptos como economía del conocimiento, sociedad del conocimiento y otros reflejan el peso atribuido al capital intangible –como a veces se denomina al conocimiento– en el desarrollo económico (PETTY; GUTHRIE, 2000; OECD, 2013). Y el conocimiento surge de la “triple hélice”, es decir, de la interacción entre empresas, gobierno y universidades (ETZKOWITZ; LEYDESDORFF, 2001).

La limitación a estos tres actores es, no obstante, problemática. Es observable que, paulatinamente, otros actores sociales vienen siendo incorporados de diversas formas a las PCTI, especialmente en países europeos, Estados Unidos y algunos otros. El concepto de gobernanza, que se ha expandido en la literatura de políticas públicas desde la década de 1990, refleja la importancia que tienen organizaciones internacionales públicas y privadas y

organizaciones de la sociedad civil en los procesos de regulación de las economías (STOCKER, 1998; DRYZEK, 2010). Las PCTI han ampliado, e inclusive institucionalizado, la participación de organizaciones civiles como parte de un nuevo modelo de gobernanza (HAGENDIJK; IRWIN, 2006; MACNAGHTEN; CHILVERS, 2014).

En este artículo argumentamos, tomando como ejemplo el papel desempeñado por ONGs y sindicatos en el desarrollo de la nanotecnología, que se ha menospreciado teóricamente la influencia de estos actores en la innovación, lo que redundará en el papel aún marginal que se les atribuye en las PCTI.

En el segundo apartado, luego de esta introducción, reseñamos concisamente el enfoque de las teorías sobre innovación que se constituyen en base teórica central de las PCTI. En el tercer apartado, tras una breve explicación de las características de la nanotecnología, abordamos como diversas organizaciones de la sociedad civil han tentado influenciar el desarrollo de esta trayectoria tecnológica. En el cuarto apartado regresamos al plano teórico mostrando como un enfoque más amplio del proceso de innovación, desde la perspectiva marxista, permite una integración más adecuada del papel de las organizaciones civiles en la comprensión del proceso de innovación. El artículo se cierra con breves conclusiones.

METODOLOGÍA

El artículo se basa en revisión de literatura y análisis de documentos. La revisión de literatura abordó los enfoques shumpeteriano, neoshumpeteriano y marxista de la innovación. Fue también revisada literatura específica sobre el desarrollo de la nanotecnología y sobre el proceso de construcción de la regulación de esa tecnología.

Para el análisis del papel de las organizaciones civiles en el desarrollo de la nanotecnología fueron revisados documentos públicos emitidos por esas organizaciones durante la primera década de desarrollo de la nanotecnología, considerando al año 2000, con el lanzamiento de la Iniciativa de Nanotecnología de los Estados Unidos, como el marco cero. El análisis de contenido de los documentos se centró en los posicionamientos explícitos de estas organizaciones sobre los riesgos e implicaciones de las nanotecnologías y sus reivindicaciones en términos de investigación, regulación y participación. Para examinar los impactos emanados del posicionamiento de estas organizaciones, revisamos el posicionamiento de otros actores, especialmente de distintos sectores empresariales, a partir de documentos publicados en sitios web especializados en información sobre nanotecnología y documentos resultantes de instancias de discusión de la cuestión regulatoria.

LAS TEORÍAS DE LA INNOVACIÓN COMO SUSTENTO TEÓRICO DE LAS POLÍTICAS DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

Desde la década de 1980 la innovación comenzó a ser tratada como un concepto clave para pensar el desarrollo de los países y para diseñar políticas de

ciencia y tecnología. Organizaciones internacionales como la OECD fueron esenciales para la amplia divulgación de ese enfoque (GODIN, 2009).

La innovación, como surgimiento y desarrollo de nuevos procesos, instrumentos o productos que hacen crecer la economía, está asociada a la teoría económica evolucionista de Schumpeter, elaborada durante la primera mitad del siglo XX. Schumpeter se propone explicar lo que la economía neoclásica no consigue: los ciclos del capital, las fases de crecimiento y contracción. La teoría neoclásica se fundamenta en la racionalidad del empresario para obtener en el mercado la mejor combinación de insumos, maquinaria y fuerza de trabajo. Esto supone que la tecnología está disponible, sin explicar cómo se innova. Para salvar esta laguna, Schumpeter argumenta que la innovación no es algo que se pueda encontrar en el mercado, sino que surge al interior de las empresas. Los empresarios innovadores, afirma, pueden imponer precios monopólicos, lo que estimula la innovación. Pero, una vez que otras empresas copian o inventan tecnologías equivalentes, la ganancia monopólica desaparece.¹ La innovación hace que la economía entre en un proceso de crecimiento acelerado, hasta que se satura el mercado y se inicia un período de depresión. El sistema capitalista, por consiguiente, mantiene ciclos de crecimiento y depresión, y la innovación juega un papel clave para explicar tal dinámica (SCHUMPETER, 1996).

En lugar de entender al capitalismo como la reunión de empresarios en competencia perfecta, como lo hacía la economía neoclásica, Schumpeter lo considera un sistema donde el empresario tiene como objetivo romper la competencia, ya que a partir del desequilibrio obtiene mayor ganancia. Cuando los nuevos procesos productivos implican un desplazamiento radical de las viejas formas de producción, la innovación supone una “destrucción creadora” (SCHUMPETER, 1996, p. 120).

A partir de la década de 1980 una serie de autores combinan las teorías de Schumpeter con las del institucionalismo para analizar el papel de la innovación en el desarrollo económico. El concepto de Sistema Nacional de Innovación (SNI), ampliamente utilizado, recoge estos planteamientos (FREEMAN, 1995; NELSON, 1993; LUNDVALL, 1992).

El SNI es concebido como un modelo integrador, que incorpora instituciones, incentivos económicos y políticas públicas. Freeman lo define como “la red de instituciones en el sector público y privado en la que sus actividades e interacciones inician, importan, modifican y difunden nuevas tecnologías” (FREEMAN, 1987, p. 1). Para Nelson, los SNI se articulan a partir de la interacción de empresas e instituciones privadas de investigación, de universidades, de centros públicos de investigación, de otras organizaciones públicas y de agencias militares (1988, 1993). De acuerdo a los neo-schumpeterianos, la capacidad innovadora del país, o el nivel de desarrollo del SNI, pueden explicar los ciclos de crecimiento económico y la heterogeneidad en el crecimiento que existe entre países (FREEMAN, 1995, p. 14).

En el documento National Innovation Systems, de 1997, la OECD define un conjunto de elementos para analizar el desempeño de los SNI mediante el seguimiento de las redes de interacción del sistema (OECD, 1997, p. 3). Además del flujo de conocimiento formal, codificado en publicaciones y en patentes, se destaca la importancia del conocimiento tácito, intercambiado a través de mecanismos informales como los acuerdos de cooperación entre industrias, la

difusión de tecnología y el movimiento de personal (OECD, 1997, p. 3). El documento presenta una tipología de modalidades de conocimiento dependiente de los vínculos entre empresas, y entre empresas y centros de investigación. Se entiende que el conocimiento no está totalmente codificado y, por ello, se estimulan los intercambios informales de información. Incluso las políticas de colaboración internacional de investigación, el flujo de investigadores, y hasta los mecanismos de disposición de espacio y tiempo son diseñados a partir del reconocimiento de la importancia del encuentro de investigadores y administrativos para transferir conocimiento tácito.²

El concepto de SNI está estrechamente ligado al de economía del conocimiento. Primero Drucker (1969) y posteriormente Porter (1990) ponen énfasis en la importancia de la generación de conocimiento para crear ventajas competitivas en las economías. El Banco Mundial llega a la conclusión que aquellos países que innovan son los que apuestan al desarrollo de tecnologías sofisticadas y conocimiento especializado (WORLD BANK, 2007). Según esta institución, la inversión en educación formal, en mecanismos legales de apoyo (e.g. patentes, reglamentación de la colaboración industria-centros de investigación), así como procedimientos informales de flujo de información llevan a la innovación, y finalmente a pasar de economías basadas en manufacturas a economías basadas en mente–facturas.

No obstante, lo articuladas que parezcan las políticas para promover la innovación, y el enfoque subyacente de SNI, pueden identificarse algunas lagunas. En lo que sigue resaltaremos el papel de las organizaciones civiles en la innovación, algo que es marginalmente considerado en las políticas de innovación y en el enfoque de SNI. El papel de las organizaciones civiles se vuelve más claramente visible cuando se analiza la innovación en tecnologías en particular. Así, en la sección siguiente, abordamos el caso de las nanotecnologías.

EL PAPEL DE LAS ORGANIZACIONES CIVILES EN EL DESARROLLO DE LA NANOTECNOLOGÍA

Las investigaciones sobre las propiedades de los materiales en tamaño nano se remontan a finales de la década de 1980 en los países desarrollados (ROCO, 2003). Pero a partir del lanzamiento de la Iniciativa Nacional de Nanotecnología de los Estados Unidos, en el 2000, la nanotecnología entra de forma más decisiva en las políticas de CT&I de la mayoría de los países.

Las PCTI consideran a la nanotecnología como sector estratégico, y se la promueve para mejorar la competitividad (NATIONAL SCIENCE AND TECHNOLOGY COUNCIL, 2000). En países en desarrollo, como los latinoamericanos, se la ve como una plataforma que permitirá dar un salto adelante en competitividad (FOLADORI; FIGUEROA; INVERNIZZI, 2012).

El carácter estratégico de esta tecnología se basa en, al menos, tres aspectos. Primero, el hecho de que la materia manipulada en escala nano manifiesta propiedades novedosas, lo que se transforma en productos que pueden desempeñar nuevas funciones (tener mayor durabilidad, ser multifuncionales, inteligentes, etc.), resultando más competitivos frente a los existentes, favoreciendo un proceso de destrucción creativa en el lenguaje de Schumpeter.

Segundo, la I&D en nanotecnología se basa en una convergencia interdisciplinar de varias áreas científicas, creando plataformas de investigación nuevas. Ello abriría una ventana de oportunidad a los países en desarrollo que podrían dar saltos adelante, posicionándose ventajosamente en el mercado. La nanotecnología es, así, vista como trampolín de desarrollo en las PCTI, como medio para mejorar la competitividad empresarial y nacional.

Tercero, la nanotecnología envuelve diversas tecnologías que tienen en común el manipular la materia a escala atómica y molecular, y su aplicación abarca los más variados sectores económicos. Son, por lo tanto, tecnologías de mayor espectro que aquellas revoluciones tecnológicas focalizadas en un tipo de energía (vapor, electricidad), un material exclusivamente (acero); o pocos sectores económicos (biotecnología). En este sentido, la nanotecnología se parece más a la amplia cobertura de las TICs (tecnologías de la información y comunicación), pero son aún más facilitadoras que estas últimas, al tener como base la transformación de la materia, algo común a todos los sectores económicos (GRAHAM; IACOPETTA, 2009; SHEA; GRINDE; ELMSLIE, 2011).

Diversas innovaciones resultantes de esta nueva tecnología comenzaron a entrar al mercado desde la década de 2000. Las patentes en nanotecnología se dispararon a partir del 2001-2002 (JORDAN; KAISER; MOORE, 2014). El registro de productos con nanotecnología del Woodrow Wilson Center muestra un rápido aumento en los últimos 10 años, desde unos pocos casos a cerca de dos mil líneas de productos (WWICS, 2015). El valor de las mercancías con componentes nanotecnológicos fue estimado por la consultora BCC en 3.4 mil millones de dólares en 2014, con expectativa de rápido aumento, llegando a 11.8 mil millones de dólares en 2020 (BCC RESEARCH, 2014).

Sin embargo, este desarrollo no se ha dado de manera fluida. Desde que programas de investigación y los primeros productos de la nanotecnología se hicieron más visibles, varias organizaciones civiles de alcance global se han manifestado sobre sus potenciales riesgos, cuestionando sus beneficios y demandando mayor precaución e investigación sobre sus riesgos e implicaciones sociales.

El ETC Group, una ONG ambientalista con sede en Canadá, llamó en 2002 a una moratoria sobre el entonces incipiente desarrollo de la nanotecnología en virtud de sus potenciales riesgos (ETC GROUP, 2002) y mantuvo en los años siguientes activa militancia cuestionando los riesgos y las implicaciones sociales de esta tecnología (ETC GROUP, 2003; 2004; 2010). La organización Greenpeace, de Gran Bretaña, defendió en 2003 la necesidad de una moratoria sobre la liberación de nanopartículas en el ambiente hasta que su seguridad para la salud humana y el ambiente fuese comprobada (GREENPEACE, 2003) y, más tarde, en 2007, hizo pública su posición criticando la forma en que se estaba desarrollando esta tecnología (GREENPEACE, 2007). En 2006, otra ONG ambientalista, Friends of Earth–Australia, publicó un documento sobre cosméticos que utilizan nanotecnología, señalando una serie de riesgos para la salud y convocando a una moratoria (MILLER; SENJEN, 2006). Dos años más tarde la misma organización elaboró un documento semejante respecto de alimentos con nanotecnología, resaltando la existencia de potenciales riesgos para la salud y el ambiente, la falta de regulación e implicaciones sociales más amplias que resultarían de la difusión de estas tecnologías (MILLER; SENJEN, 2008). Muchas otras ONGs se pronunciaron en sentido semejante en diversos países. Lee y Kigali (2006)

identificaron 64 ONGs que habían incorporado muy activamente la cuestión de la nanotecnología en sus pautas de actuación. De modo similar, Trieste et. al. (2012) registraron 127 ONGs actuantes sobre nanotecnología a nivel global, de las cuales 60 desempeñaban un papel muy activo.

Al activismo iniciado por ONGs ambientalistas y de justicia social se sumaron los sindicatos de trabajadores, dando lugar a alianzas entre ambos grupos sociales organizados. A principios de 2007, una unión sindical que agrupa a más de 12 millones de trabajadores de centenas de sindicatos en todo el mundo, la UITA (IUF en inglés –International Union of Food and Agricultural Workers), emitió una declaración sobre la nanotecnología en la agricultura. En ella, la UITA llama a los sindicatos afiliados a discutir los posibles impactos de esta nueva tecnología y exige la aplicación del principio de precaución y la evaluación de los riesgos de la misma para los trabajadores y consumidores. La confederación de sindicatos se sumó al pedido de moratoria sobre la comercialización de productos con nanotecnología hasta que fuese demostrada su seguridad y fuese elaborada una regulación internacional (FOLADORI; INVERNIZZI, 2008; IUF, 2007). Pocos meses después una coalición de decenas de ONGs, sindicatos y movimientos sociales de todo el mundo redactó los Principios para la Supervisión de las Nanotecnologías, para nortear una política de nanotecnología que no ponga en riesgo a trabajadores y consumidores (NANOACTION, 2007). En 2008 y 2010 la European Trade Union Confederation (ETUC), representando 60 millones de trabajadores europeos, emitió dos declaraciones llamando a la precaución y transparencia en la información sobre los potenciales efectos tóxicos de los nanomateriales y tecnologías asociadas (ETUC, 2008, 2010). Sindicatos nacionales, como el Australian Council of Trade Unions (ACTU), de Australia, el Trade Union Congress, de Gran Bretaña, la Central Única de Trabalhadores (CUT) y la Força Sindical, de Brasil, la Netherlands Trade Union Confederation (FNV) de Holanda, y el Canadian Labor Congress (CLC), de Canadá, también fueron activos en manifestar sus preocupaciones en torno a los riesgos ocupacionales y ambientales de la nanotecnología, y algunos de ellos también se manifestaron sobre los posibles impactos en el empleo (INVERNIZZI; FOLADORI, 2013).

Los pronunciamientos de ONGs y sindicatos tuvieron repercusión en el sector empresarial. Varias corporaciones lanzaron Códigos de Conducta para nanotecnología como forma de publicitar actitudes responsables y contrarrestar las críticas de las ONGs. Es el caso de BASF y BAYER, por ejemplo (BASF, 2008; BAYER, 2007). Sin embargo, en muchos casos, la industria respondió minimizando los potenciales riesgos y ocultando información al público y a las instituciones regulatorias gubernamentales. En el sector de alimentos y cosméticos, particularmente sensibles a la percepción del consumidor, la propaganda empresarial tendió a retirar a las nanotecnologías de la visión pública. El ETC Group escribió al respecto:

Las grandes compañías mantienen sus actividades ocultas (cuando googleas “nanotecnología” en las páginas Web de Kraft, Nestle, Heinz y Altria no encuentras nada). (...) El público no está tan dispuesto a subirse al tren de las nanotecnologías cuando se trata de alimentos (ETC GROUP, 2004).

Lo mismo fue constatado en un artículo publicado por el sitio Web Nanowerk, dedicado a información sobre nanotecnología:

Las grandes compañías de alimentos han enterrado el tema de las nanotecnologías en las relaciones públicas. ... Kraft, por ejemplo, que se enunció líder en 2000 con la creación del Nanotek Consortium, ahora le ha cambiado el nombre para INEST (Interdisciplinary Network of Emerging Science and Technologies) (BERGER, 2008).

Algunas empresas, como la Johnson & Johnson, se opusieron a cualquier tipo de etiquetado que identifique la incorporación de nanomateriales (SUSTAINABILITY COUNCIL OF NEW ZEALAND, 2012).

Las empresas también eludieron ofrecer información sobre sus procesos productivos a las agencias regulatorias gubernamentales. Las agencias ambientales del Reino Unido (DEFRA, 2008), EUA (EPA, 2007) y Australia (NICNAS, 2008) hicieron llamados voluntarios para que las industrias que trabajaban con nanotecnología ofrecieran informaciones a las agencias sobre los materiales utilizados. En los tres casos la tentativa resultó en un fracaso, pues muy pocas empresas respondieron (DENISON, 2010). Ello no apenas afectó la elaboración de medidas para proteger trabajadores y consumidores, sino también la homogeneización de políticas regulatorias que faciliten el movimiento internacional de mercancías, creando de esa forma obstáculos para la difusión de las innovaciones.

A nivel internacional el lobby de la industria química ha venido presionando para que las negociaciones sobre el control de químicos, como, por ejemplo, el *Strategic Approach to International Chemicals Management (SAICM)*, no exijan información al productor (CIEL, 2009; DENISON, 2007, 2010; IPEN, 2009, 2010; SAICM, [s.d.]). La industria justifica su negativa a brindar información aduciendo el principio de confidencialidad (EPA, 2010).

La actitud de ocultar información por parte de las empresas productoras suscitó conflictos al interior de la clase empresarial. El capital comercial, directamente expuesto a los reclamos que los consumidores puedan realizar sobre productos, puede distanciarse de la industria reclamando el etiquetado de los productos con nanocomponentes. Tal fue la posición de la asociación de supermercados *Swiss Retailer's Organisation & Innovation Society (SRO&IS, 2008)*, en un proceso similar al ocurrido en Europa con la entrada de los alimentos genéticamente modificados, cuando estos comenzaron a ser crecientemente rechazados por los consumidores y los grandes supermercados se posicionaron por la rotulación o bien dejaron de venderlos (SCHURMAN; MUNRO, 2010).

El capital financiero dedicado a seguros, por su parte, también comenzó a ver dificultades en su actividad caso no exista algún tipo de reglamentación, y en este sentido también se ha enfrentado a la industria (SWISS RE, 2004). En 2008, luego de la publicación de artículos científicos que identificaban riesgos de los nanotubos de carbono similares a los de los asbestos, la empresa *Continental Western Insurance Group* indicó que no aseguraría más daños corporales, a la propiedad u otros relacionados a nanotubos o nanotecnología en cualquiera de sus formas (BERGESON, 2008).

Las trabas generadas por las contradicciones entre capital y trabajo, entre capital y consumidores, al interior de los diferentes sectores del capital, o entre fracciones del capital y el gobierno no son, obviamente, provocadas por las

políticas de innovación, pero sí muestran que los sectores organizados de la sociedad civil inciden en el rumbo que toma el desarrollo de nuevas tecnologías. En términos teóricos, ello evidencia una insuficiencia de los enfoques que sustentan las PCTI, como el de SNI y la triple hélice, al colocar como actores subalternos a los sindicatos y las ONGs en las políticas de innovación.

VOLVIENDO A LAS TEORÍAS DE LA INNOVACIÓN

El papel de la ciencia y la innovación en el desarrollo económico fue tratado por Marx algunas décadas antes que Schumpeter. Marx señaló, por un lado, que el capitalismo convierte a la ciencia, por primera vez en la historia, en una actividad independiente, especializada y al servicio del capital. Argumentó que:

En la medida en que las ciencias son utilizadas por el capital como medio de enriquecimiento y se convierten, por tanto, ellas mismas en medios de enriquecimiento para quienes la desarrollan, lo hombres de ciencia compiten recíprocamente en el intento de encontrar una aplicación práctica de su ciencia. Por otra parte, la invención se convierte en una especialidad. Con la producción capitalista, entonces, el factor científico es, por primera vez, conscientemente desarrollado, aplicado, y considerado una dimensión en una escala inconcebible en épocas anteriores...” (MARX, [s.d.], traducción de los autores).

Los científicos adquieren autonomía compitiendo entre ellos por vender sus invenciones. Actualmente las patentes y los contratos de investigación entre instituciones lo ejemplifican. En el análisis de Marx la independencia de la ciencia no sólo implica la dependencia entre científicos e industria, que aplica los conocimientos, sino la posibilidad de desconexión entre esos agentes; lo que permite entender políticas actuales que enfatizan mecanismos de vinculación entre universidad y empresa.

Por otro lado, el concepto de plusvalor extraordinario de Marx es una categoría más compleja que el concepto de ganancia monopólica de Schumpeter (MARX, 1971). Marx explica que aquellas empresas que aumentan la productividad del trabajo por encima de las condiciones medias obtienen un plusvalor extraordinario, que al vender el producto se transforma en ganancia extraordinaria. Ésta, que constituye la motivación para innovar, permanece hasta tanto la tecnología se difunde. Pero, esta ganancia extraordinaria no se deriva de vender los productos a precios monopólicos por encima de las condiciones medias – como en el razonamiento de Schumpeter – sino de aumentar la productividad del trabajo y, consecuentemente, el grado de explotación del mismo.

La diferencia entre el enfoque de Marx y el de Schumpeter es clave para entender una de las lagunas de las políticas de innovación. Para Schumpeter la virtud innovadora del empresario es el origen de la ganancia extraordinaria. Las escuelas neo-schumpeterianas convierten lo que era la virtud individual del empresario en Schumpeter en el resultado de elaboradas políticas públicas y redes de colaboración entre los agentes, pero mantienen la ganancia monopólica como palanca que estimula la innovación.

Para Marx, el empresario innovador se beneficia aun vendiendo al mismo precio que la competencia, inclusive sin precios monopólicos, porque continúa pagando iguales salarios a cambio de un trabajo más productivo, que reditúa un producto incrementado. La causa de la ganancia extraordinaria está en la mayor explotación de la fuerza de trabajo, no en un precio monopólico.³ Desde el análisis marxista, el proceso de innovación no depende de y afecta sólo al empresario –o al capital como combinación de instituciones y agentes de la triple hélice– como una ventaja individual, sino también al trabajo.

Las innovaciones tecnológicas afectan a los trabajadores, porque éstas van generalmente asociadas a un mayor grado de explotación y, con frecuencia, a riesgos ocupacionales específicos. Constituyen, por ello, un motivo de atención para las organizaciones sindicales. Además, el empresario no puede apropiarse del plusvalor extraordinario hasta no vender el producto, y aquí entra en juego el papel de los consumidores - no apenas preocupados con los precios sino crecientemente también con la seguridad de los productos - componiendo otro elemento clave para que una invención se difunda y convierta en innovación o realidad económica. Trabajadores y consumidores son agentes relevantes de los procesos de innovación, a despecho de tener un lugar marginal en las teorías hegemónicas de la innovación o no figurar en los diagramas de flujo de conocimiento de los SNI.

Mientras el instrumental teórico neo-shumpeteriano, y sus reflejos en las políticas de CT&I, no analizan las contradicciones inter-capitalistas, y consideran que la innovación tecnológica implica mejoras para todos,⁴ el enfoque de Marx permite captar las conexiones y desconexiones, la confluencia de intereses y las contradicciones entre los agentes.

La corta historia de la nanotecnología es elocuente sobre la necesidad de un doble enfoque sobre la innovación tecnológica. Por un lado, porque muestra el esfuerzo por institucionalizar la innovación basada en la nanotecnología a través de importantes inversiones de capital público y privado, y mediante la elaboración de planes y proyectos específicos. Este esfuerzo ha tenido su resultado en una rápida transferencia de conocimiento a aplicaciones y, consecuentemente, en el crecimiento de mercancías con nanocomponentes en el mercado.

Por otro lado, y como contraparte, están las trabas al crecimiento de estas tecnologías, que se manifiestan en el atraso de los gobiernos por regular mínimamente el sector,⁵ y que, en buena medida, derivan directa o indirectamente de las contradicciones entre capital y trabajo, y entre capital y consumo. Las políticas públicas ligadas a las teorías de la innovación resaltan las virtudes de los avances tecnológicos, y en este sentido se alinean con los intereses del capital, pero, a regañadientes abordan los impactos negativos del desarrollo tecnológico, que es una preocupación constante de trabajadores y consumidores. Por lo demás, cuando estas contradicciones se desatan, penetran las fracciones de la clase capitalista, agudizando sus diferencias internas y con el gobierno.

CONSIDERACIONES FINALES

Desde la década de 1980 las teorías de la innovación fueron tornándose hegemónicas como fundamento de las PCTI. En la década siguiente, se agregó un nuevo paradigma en la interpretación del desempeño económico de los países, que sitúa al conocimiento como clave del desarrollo. En la confluencia de estos enfoques, y sus desdoblamientos en la formulación de políticas, tres actores son considerados clave: las empresas, los centros de producción de conocimiento y el gobierno. Los flujos de conocimiento formal e informal entre ellos son vistos como esenciales para estimular la innovación y moldar las trayectorias tecnológicas.

La nanotecnología constituye la más reciente tecnología de punta. Por su intensidad en conocimiento científico y su carácter de tecnología facilitadora, con potencial transformador de diversos sectores de la producción, ha sido colocada entre las áreas estratégicas de las políticas de CT&I a nivel global. En los países en desarrollo, es vista como una oportunidad para alcanzar incrementos de productividad que permitan una inserción más ventajosa en el mercado mundial. Al analizar el desarrollo de esa trayectoria tecnológica emergente, nos deparamos con un aspecto histórico y contextual que las teorías de la innovación y las políticas que en ellas se inspiran no han incorporado. Se trata del creciente papel de las ONGs y los sindicatos en influenciar la conformación de las nuevas tecnologías.

ONGs ambientalistas, de justicia social y de consumidores, así como organizaciones sindicales se movilizaron muy tempranamente para incidir en el desarrollo de la nanotecnología. Al demandar moratorias, exponer a la opinión pública que los riesgos de esas tecnologías no estaban siendo evaluados, y promover un enfoque de precaución para asegurar el desarrollo de productos seguros para los trabajadores, los consumidores y el ambiente, estas organizaciones incidieron tanto en la agenda de investigación (especialmente en la investigación sobre riesgos), como en la discusión sobre la regulación de la nanotecnología, contribuyendo, así, a moldar la trayectoria tecnológica en curso.

Ciertamente, a pesar de algunos avances en la gobernanza de la ciencia y la tecnología, incluyendo a organizaciones civiles en las mesas de discusión sobre formulación de política, regulación y otros aspectos del desarrollo tecnológico, estos son aún muy poco significativos frente al papel dominante aún atribuido y ejercido por los tres actores clásicos en las PCTI: empresas, gobiernos y universidades. Sin embargo, hemos mostrado que las reivindicaciones de las ONGs y los sindicatos instigaron un conjunto de contradicciones entre diversos actores sociales involucrados en el desarrollo de la nanotecnología.

Expusimos esas contradicciones entre clases y fracciones que surgieron a la par de la expansión de la nanotecnología: entre capital y trabajo, entre capital y consumidores, así como entre capital comercial y capital industrial, capital financiero y capital industrial, etc. El desarrollo de estas contradicciones está afectando la conformación de la trayectoria nanotecnológica y continuará a hacerlo hasta que la tecnología consiga estabilizarse como resultado de esas fuerzas desiguales en juego.

Una vez que las teorías de la innovación tienden a no reconocer el papel de los grupos sociales organizados en la conformación de las tecnologías, en consecuencia, las políticas de CT&I que en ellas se basan, tienen dificultad para acogerlas contribuciones de estos actores. Mostramos que existen en el

instrumental teórico de Marx sugerencias más robustas y útiles para comprender el papel de estos grupos sociales en la innovación. La innovación genera plusvalor extraordinario. Este se vincula, por un lado, con la explotación del trabajo y por, otro, a la necesidad de su realización a través del consumo. Trabajadores y consumidores son, así, esenciales para la efectiva realización y difusión de innovaciones y, como actores sociales, están atentos a los nuevos riesgos frecuentemente emergentes de las nuevas tecnologías.

El reconocimiento del papel de estos actores puede desencadenar una ampliación en el diseño de las políticas de CTI, incluyéndolos como partes relevantes del proceso de innovación. Ampliar la representación de los intereses diversos que se conjugan en el desarrollo tecnológico puede implicar en avances en la producción de tecnologías más seguras para los trabajadores, los consumidores y el ambiente.

The role of civil society organization in innovation: discussion based on the case of nanotechnology

ABSTRACT

Science, technology and innovation policies (STIP) worldwide consider nanotechnology as a strategic area to promote economic competitiveness. STIP present strong isomorphism in their main traits derived, in part, from the common theoretical background given by the theory of innovation. One of the common traits is the identification of three agents of innovation: companies, universities and government. Based on the analysis of the development of nanotechnology we demonstrate that such approach excludes the role played by civil organizations in innovation. As counterpoint, we show that a broader perspective on innovation, based on a Marxist analysis, is more fruitful to include such actors. We claim that it is a theoretical and practical limitation not considering them with the same relevance given to the mentioned triad in STIP. The article is based on literature review and the analysis of documents produced by different civil society organizations throughout the first decade of nanotechnology development (2000-2010).

KEYWORDS: Nanotechnology. Science, Technology and Innovation policies. National systems of innovation. Triple Helix. Civil Organizations.

NOTAS

¹ Schumpeter también señala que existen mecanismos que evaden la libre transferencia de tecnología, mecanismos llamados de trustificación, que permiten mantener ganancias monopólicas.

² La educación y el conocimiento informal de los trabajadores tienen su importancia, pero la teoría de la innovación considera a los trabajadores como un insumo del proceso productivo que debe ser educado, o bien como fuente de conocimiento tácito, pero no se les atribuye un papel relevante en las redes.

³ Aún en el caso que se paguen mayores salarios, éstos son relativamente inferiores al aumento en la productividad del trabajo. "... el salario no aumenta en la misma proporción en la que se eleva este trabajo por encima del trabajo medio, de que, por consiguiente, se produce siempre un aumento relativo en el tiempo de plustrabajo" (MARX, 1980, p. 39).

⁴ La teoría neo-shumpeteriana argumenta que la innovación beneficia a la sociedad en su conjunto, ya que ésta termina co-evolucionando junto con la tecnología, aprovechando todos sus beneficios (DOSI; TEECE; CHYTRY, 1998).

⁵ A fines de 2016 apenas existen tres medidas regulatorias en la Unión Europea que obligan a etiquetar biocidas, alimentos y cosméticos con nanotecnología (Cosméticos, Regulación EU 1223/2009; Alimentos, Regulación EU 1169/2011; y Biocidas, Regulación EU 528/2012), algo que ni siquiera se cumple según diversas organizaciones civiles.

REFERÊNCIAS

BASF. **Code of Conduct Nanotechnology**, 2008. Disponible en: <<http://www.basf.com/group/corporate/en/sustainability/dialogue/in-dialogue-with-politics/nanotechnology/code-of-conduct>>. Acceso en: 12 mar. 2009

BAYER. **BAYER position on Nanotechnology**, 2007. Disponible en: <<http://www.sustainability2007.bayer.com/en/Bayer-Position-on-Nanotechnology.pdf>>. Acceso en: 20 ago. 2008

BCC RESEARCH. **Nanotechnology: A Realistic Market Assessment**, 2014. Disponible en: <<http://www.reportlinker.com/p096617/Nanotechnology-A-Realistic-Market-Assessment.html>> Acceso en: 10 dec. 2016.

BERGER, M. **Food nanotechnology** - how the industry is blowing it. Disponible en: <<http://www.nanowerk.com/spotlight/spotid=5305.php>>. Acceso en: 30 abr. 2008.

BERGESON, L.L. **Insurance Company Will Exclude Nanotubes And Nanotechnology From Coverage**. Disponible en:

<<http://nanotech.lawbc.com/2008/10/insurance-company-will-exclude-nanotubes-and-nanotechnology-from-coverage/>>. Acesso enabr. 2017.

CIEL – The Center for International Environmental Law. **CIEL Plays Decisive Role in Global Chemicals Conference**, 2009. Disponible en:
<http://www.ciel.org/Chem/ICCM2_May09.html>. Acesso en: 3 mar. 2013

COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES. **On a code of conduct for responsible nano sciences and nanotechnologies research**. Commission Recommendation of 07/02/2008. C(2008) 424 final, 2008.

DEFRA. **The UK Voluntary Reporting Scheme for engineered nanoscale materials Department of Environment, Food and Rural Affairs, 2008**. Disponible en:
<<http://www.defra.gov.uk/environment/nanotech/pdf/vrs-5.pdf>>. Acceso en: 3 may. 2008

DENISON, R. Not That Innocent. **Environmental Defense & Pollution Probe**, 2007. Disponible en:
<https://www.edf.org/sites/default/files/6149_NotThatInnocent_Fullreport.pdf>
Acceso en: 27 out. 2015

DENISON, R. **State-level nano regulation**: Yes, indeed, the industry “should have seen it coming” – it caused it! Disponible en:
<<http://blogs.edf.org/health/2010/09/10/state-level-nano-regulation-yes-indeed-the-industry-should-have-seen-it-coming-%E2%80%93-it-caused-it/>>.
Acceso en: 5 set. 2014.

DOSI, G.; TEECE, D.; CHYTRY, J. **Technology Competitiveness**: Perspectives on Industrial and Corporate Change. Oxford, United Kingdom: Oxford University Press, 1998.

DRUCKER, P. **The Age of Discontinuity: Guidelines to our Changing Society**. London: Heinemann, 1969.

DRYZEK, J. S. **Foundations and Frontiers of Deliverative Governance**. Oxford: Oxford University Press, 2010.

EPA – Environmental Protection Agency. **Nanoscale Program Approach for Comment**, 2007. Disponible en: <<http://www.epa.gov/oppt/nano/nmspfr.htm>>.
Acceso en: 15 mar. 2008

EPA. **Claims of Confidentiality of Certain Chemical Identities Contained in Health and Safety Studies and Data from Health and Safety Studies Submitted Under the Toxic Substances Control Act.** [EPA–HQ–OPPT–2010–0446; FRL–8827–3]. Federal Register, v. 75, n. 102 - 29754, 27 may. 2010.

ETC GROUP. **No Small Matter! ¡No es poca cosa!**, 2002. Disponible en: <<http://www.etcgroup.org/sites/www.etcgroup.org/files/publication/191/01/nanocommunique76.pdf>>. Acceso en: 3 mar. 2013

ETC GROUP. **The big down Atomtech:** Technologies converging at the nanoscale. Ottawa: ETC Group. 2003. Disponible en: <<http://www.etcgroup.org/sites/www.etcgroup.org/files/thebigdown.pdf>> Acceso en 3 abr 2017.

ETC GROUP. **La invasión invisible del campo.** El impacto de las tecnologías nanoscópicas en la alimentación y agricultura. Ottawa: ETC Group. 2004. Disponible en: <http://www.etcgroup.org/sites/www.etcgroup.org/files/publication/80/02/etc_dotfarm2004.pdf> Acceso en: 3 mar. 2013

ETC GROUP (2010) **The big downturn.** Nanogeopolitics. Ottawa: ETC Group. Disponible en: <http://www.etcgroup.org/sites/www.etcgroup.org/files/publication/pdf_file/nano_big4web.pdf> Acceso em 3abr 2017.

ETUC – European Trade Union Confederation. **ETUC resolution on nanotechnology and nanomaterials**, 2008. Disponible en: <http://www.etuc.org/IMG/pdf_ETUC_resolution_on_nano_-_EN_-_25_June_08.pdf>. Acceso en: 12 mar. 2009

ETUC – European Trade Union Confederation. **ETUC 2nd resolution on nanotechnologies and nanomaterials**, dez. 2010. Disponible en: <www.etuc.org> Acceso en: 20 out. 2010.

ETZKOWITZ, H.; LEYDESDORFF, L. The Transformation of University-Industry-Government Relations. **Electronic Journal of Sociology**, v. 54, n. 4, p. 101–117, 2001.

FOLADORI, G.; FIGUEROA, S.; INVERNIZZI, N. Nanotechnology: Distinctive Features in Latin America. **Nanotechnology Law & Business Journal**, v. 9, n. 1, p. 88–103, 2012.

FOLADORI, G.; INVERNIZZI, N. The workers push to democratize nanotechnology. In: FISHER, E.; SELIN, C.; WETMORE, J. (Eds.). **The Yearbook of Nanotechnology in Society**. UK: Springer, 2008.

FREEMAN, C. **Technology Policy and Economic Performance**: Lessons from Japan. London: Frances Pinter, 1987.

FREEMAN, C. The National System of Innovation in Historical Perspective. **Journal of Economics**, v. 19, n. 1, p. 5–24, 1995.

GODIN, B. **The making of Science, Technology and Innovation Policy**: Conceptual Frameworks as Narratives (1945-2005) Centre Urbanisation, Culture, Societé, Institut National de la Recherche Scientifique. Montréal, 2009.

GONZÁLEZ, X.; PAZÓ, C. Do public subsidies stimulate private R&D spending? **Research Policy**, v. 37, n. 3, p. 371–389, 2008.

GRAHAM, S. J. H.; IACOPETTA, M. **Nanotechnology and the Emergence of a General Purpose Technology**, 2009. Disponível em: <http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1334376>. Acesso em: 29 nov. 2016.

GREENPEACE. **Nanotechnology**, 2003. Disponível em: <<http://www.greenpeace.org.uk/about/nanotechnology>> Acesso em: 31 mar. 2017.

GREENPEACE. **Nanotechnology policy and position paper**, 2007. Disponível em: <<http://www.greenpeace.org/raw/content/denmark/press/rapporteur-og-dokumenter/nanotechnology-policy-positi.pdf>>. Acesso em: 3 mar. 2013

HAGENDIJK, R.; IRWIN, A. Public Deliberation and Governance: Engaging with Science and Technology in Contemporary Europe. **Minerva**, v. 44, n. 2, p. 167–184, jun. 2006.

INVERNIZZI, N.; FOLADORI, G. Posições de Sindicatos e ONGs sobre os riscos e a regulação da nanotecnologia. **Vigilância Sanitária em Debate: Sociedade, Ciência & Tecnologia**, v. 1, n. 4, p. 72–84, 29 nov. 2013.

IPEN, (INTERNATIONAL POPS ELIMINATION NETWORK). **NGOs disappointed at Nano outcome of International Conference on Chemicals Management (ICCM2)**. Disponível em: <http://ipen.org/ipenweb/news/nano_press.html>. Acesso em: 23 nov. 2016.

IPEN – International Pops Elimination Network. **Nanotechnology**. Disponible en: <<http://www.ipen.org/ipenweb/work/nano.html>>. Acceso en 23 nov. 2016.

IUF.IUF Resolution on Nanotechnologies. IUF (International Union of Food, Agricultural, Hotel, Restaurant, Catering, Tobacco and Allied Workers' Associations), 2007. Disponible en: <<http://www6.rel-uita.org/sindicatos/congreso-uita-2007/resoluciones/resolucion-nano.htm>>. Acceso en: 10 mar. 2012

JORDAN, C. C.; KAISER, I. N.; MOORE, V. C. Nanotechnology Patent Literature Review: Graphitic Carbon-Based Nanotechnology and Energy Applications Are on the Rise. **Nanotechnology Law & Business**, v. 11, n. 2, p. 111–125, 2014.

LEE, J.; KIGALI, R. Global Nanotechnology Advocacy by NGOs.Center for Applied Studies in International Negotiations (CASIN), 2006. Disponible en: <<https://www.files.ethz.ch/isn/31411/2006.11.pdf>> Acceso en 12 nov. 2016.

LUNDEVALL, B. (ed). **National Innovation Systems: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning**. London: Frances Pinter, 1992.

MACNAGHTEN, P.; CHILVERS, J. The future of science governance: publics, policies, practices. Environment and Planning C. **Government and Policy**, v. 32, n. 3, p. 530–548, 2014.

MADIÈS, T.; GUELLEC, D.; PRAGER, J.C. (Eds.). **Patent markets in the global knowledge economy: theory, empirics and public policy implications**. New York: Cambridge University Press, 2014.

MARX, K. El Capital. Libro I. **Capítulo VI Inédito**. Buenos Aires: Ediciones Signos, 1971.

MARX, K. **Capital y Tecnología**. Manuscritos Inéditos (1861-1863). 1a ed. México, D.F: Terra Nova, 1980.

MARX, K. **Economic Manuscripts** (1861-1863). [s.l.] Marxist.org, [s.d.].

MILLER, G.; SENJEN, R. **Nanomaterials, sunscreens and cosmetics: small ingredients big risks**. Friends of Earth-Australia, 2006. Disponible en: <<http://nano.foe.org.au/node/125>>. Acceso en: 5 mar. 2010

MILLER, G.; SENJEN, R. Out of the Laboratory and into the Food Chain: Nanotechnology in Food and Agriculture. **Friends of Earth-Australia**, 2008.

Disponível em:

<http://libcloud.s3.amazonaws.com/93/b5/4/547/Nanotechnology_in_food_and_agriculture_-_web_resolution.pdf>. Acesso em: 18 fev. 2015

NANOACTION. **Principios para la supervisión de las nanotecnologías y nanomateriales**. Nano Action. A Project of the International Center for technology Assessment, 2007. Disponível em:

<www.nanoaction.org/nanoaction/page.cfm?id=223>. Acesso em: 17 jun. 2011

NATIONAL SCIENCE AND TECHNOLOGY COUNCIL. **National Nanotechnology Initiative: The Initiative and its Implementation Plan**. Washington DC: Office of Science and Technology Policy, 2000.

NELSON, R. Institutions Supporting Technical Change in the United States. In: DOSI, G.; ET AL (Eds.). **Technical Change and Economic Theory**. London: Frances Pinter, 1988.

NELSON, R. A Retrospective. In: NELSON, R. (Ed.). **National Innovation Systems: A Comparative Analysis**. New York/Oxford: Oxford University Press., 1993. p. 504–524.

NICNAS – National Industrial Chemicals Notification and Assessment Scheme. **Industrial Nano materials**. Voluntary Call for Information 2008, 2008. Disponível em:

<http://www.nicnas.gov.au/Publications/Chemical_Gazette/PDF/2008oct_whole.pdf#page=8>. Acesso em: 19 mar. 2012

OECD. **National Innovation Systems**. Paris: Organisation for Economic Co-Operation and Development, 1997.

OECD (Ed.). **Supporting investment in knowledge capital, growth and innovation**. Paris: OECD, 2013.

PETTY, R.; GUTHRIE, J. Intellectual capital literature review: Measurement, reporting and management. **Journal of Intellectual Capital**, v. 1, n. 2, p. 155–176, jun. 2000.

PORTER, M. **The competitive advantage of nations**. New York: Free Press, 1990.

ROCO, M. C. Roco, M. C. (2003). Broader societal issues of nanotechnology. **Journal of Nanoparticle Research**. v. 5, p. 181–189, 2003.

SAICM. Third session of the International Conference on Chemicals Management (ICCM3). Comments received from stakeholders on the inclusion of activities relating to nanotechnologies and manufactured nano materials in the SAICM Global Plan of Action SAICM (Strategic Approach to International Chemicals Management), [s.d.]. Disponible en: http://www.saicm.org/documents/iccm/ICCM3/ICCM3%20_Submissions%20on%20Nano.htm>. Acceso en: 3 mar. 2013

SCHUMPETER, J. **Capitalismo, socialismo y democracia**. Barcelona: Ediciones Folio, 1996.

SCHURMAN, R.; MUNRO, W. A. **Fighting for the future of food: activists versus agribusiness in the struggle over biotechnology**. Minneapolis, Minn: University of Minnesota Press, 2010.

SHEA, C. M.; GRINDE, R.; ELMSLIE, B. Nanotechnology as general-purpose technology: empirical evidence and implications. **Technology Analysis & Strategic Management**, v. 23, n. 2, p. 175–192, 2011.

SRO &IS (Swiss Retailer's Organisation & Innovation Society) **The Innovation Society**. Code of Conduct, 2008. Disponible en: http://www.innovationsgesellschaft.ch/media/archive2/publikationen/Factsheet_CoC_engl.pdf>. Acceso en: 24 abr. 2008

STOCKER, G. Governance as theory: five propositions. **International Social Science Journal**, v. 50, n. 155, p. 17–28, 1998.

SUSTAINABILITY COUNCIL OF NEW ZEALAND. **Johnson & Johnson Opposes Labelling Nano cosmetics** – Council response. Disponible en: <http://www.sustainabilitynz.org/johnson-johnson-opposes-labelling-nanocosmetics-council-response/>> Acceso en 24 nov. 2016.

SWISS RE. **Nanotechnology Small Matter, Many Unknowns**. Swiss Reinsurance Company, 2004. Disponible en: http://www.swissre.com/resources/31598080455c7a3fb154bb80a45d76a0-Publ04_Nano_en.pdf>. Acceso en: 3 mar. 2008

TRIESTE, E. et al. Nano Regulatory Policy and NGOs: A Global View. Apresentação, 2012. **Conference of the Society for the Study of Nanotechnology and Emerging Technologies**. University of Twente, 22 out. 2012.

WORLD BANK. **Building Knowledge Economies, Advance Strategies for Development**. Washington DC: The World Bank, 2007.

WWICS. **A nanotechnology consumer products inventory project on emerging nanotechnologies**. Washington DC: WWICS (Woodrow Wilson International Centre for Scholars), 2015. Disponível em: <<http://www.nanotechproject.org/inventories/consumer/>>. Acesso em: 20 jun. 2015.

Recebido: 07 dez. 2016.

Aprovado: 22 jan. 2017.

DOI: 10.3895/rts.v13n28.5154

Como citar: FOLADORI, G.; INVERNIZZI, N. El papel de las organizaciones civiles en la innovación: discusión a partir del caso de la nanotecnología. **R. Technol. Soc.**, Curitiba, v. 13, n. 28, p. 111-131, mai./ago. 2017. Disponível em: < <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/5154> >. Acesso em: XXX.

Correspondência:

Guillermo Foladori

Av. Preparatoria S/N, Col. Hidráulica,

Apartado postal 3-138, C.P. 98065.

Zacatecas, Zac., México.

Fone + 52 (492) 899 69 45

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

