



PANORAMA INSTITUCIONAL DE LAS POLÍTICAS DE NANOTECNOLOGÍA EN EL PERÚ, 2013-2016

INSTITUTIONAL OVERVIEW OF PERUVIAN NANOTECHNOLOGY POLICIES 2013-2016

JULIO SEBASTIÁN ZÁRATE VÁSQUEZⁱ y FERNANDO ANTONIO RIVERA CASTILLOⁱⁱ

Fecha de Recepción: 05/11/2017 | Fecha de Aprobación: 20/12/2017

Resumen: Empleando información secundaria, este estudio discute el modo en que se ha buscado impulsar el desarrollo de políticas de nanotecnología en Perú en años recientes. Sobre la base de un marco que incorpora conceptos como: gobernanza científica (Irwin 2008, Fuller 2000, Rose 1999, Barry 2001 y Dean 1999), anticipatory governance (Guston y Sarewitz 2002), tecnología social (Fonseca y Pereira 2013) e institucionalización de la ciencia, la tecnología y la innovación en países periféricos (Drori 1993, Cueto 2005) se analizará cómo la política científica se ha desarrollado en un entorno que no favorece el desarrollo institucional de la ciencia y la tecnología. Por el contrario, desde el gobierno y el sector privado se ha buscado generar desarrollo científico y tecnológico únicamente bajo el paradigma del desarrollo económico.

Abstract: Using secondary information, this paper discusses the different attempts that Peruvian public policy has made to promote nanotechnology in recent years. Taking into account a framework that incorporates concepts such as scientific governance (Irwin 2008, Fuller 2000, Rose 1999, Barry 2001, Dean 1999), anticipatory governance (Guston & Sarewitz 2002), social technology (Fonseca & Pereira 2013) and institutionalization of science, technology and innovation in developing countries (Drori 1993, Cueto 2005), we discuss how Peru's scientific policy thrived in an institutional environment that does not promote science and technology. On the contrary, the government and the private sector have sought to generate scientific and technological development only under the paradigm of economic development.

Palabras Clave:

*Nanotecnología.
Política pública.
Institucionalización de la ciencia.
Gobernanza científica.*

Keywords:

*Nanotechnology.
Public policies.
Institutionalization of science.
Scientific governance.*

ⁱ Sidereus Nuncius. Comunidad Peruana de Ciencia, Tecnología y Sociedad.

ⁱⁱ Sidereus Nuncius. Comunidad Peruana de Ciencia, Tecnología y Sociedad.

1. Expansión institucional de la ciencia y la tecnología en América Latina

El proceso de expansión de la ciencia occidental a través de sus instituciones (ej. ministerios) e infraestructura (ej. laboratorios) no es puesto en cuestión en países más desarrollados. De acuerdo a Schofer (2004), ello se debe a que la ciencia es percibida como una herramienta útil, funcional al “bienestar” macroeconómico y al incremento de la productividad. Este enfoque denominado “instrumentalista”, señala que el crecimiento económico y el desarrollo industrial son la base de la expansión de la ciencia occidental (Schofer 2004: 216).

Como señala Schofer (2004), el enfoque “instrumentalista” se habría institucionalizado en organismos internacionales como la ONU y UNESCO, mientras que el enfoque “neo-institucional” habría facilitado la estandarización de las políticas de ciencia y tecnología (Schofer 2004: 217). De acuerdo a este enfoque, debido a la influencia de la coyuntura social y cultural, los discursos pro-ciencia se habrían transferido a las políticas internas.

De acuerdo a Castells (1995), el modelo informacional de desarrollo característico de la globalización, ha transformado los procesos de producción, de tal manera que la calidad del conocimiento ha resultado ser, simultáneamente, su principal insumo y su principal producto. Este modelo se centra en el desarrollo tecnológico y en el incremento de la producción a través de la acumulación, procesamiento y distribución del conocimiento.

En América Latina se ha discutido la sostenibilidad de la globalización. Calderón (2003) sostiene que el debate se centra en: la crisis del sistema productivo, la crisis del Estado y las dificultades de emergencia de actores sociales capaces de reconstruir tanto la economía y la sociedad. De acuerdo a Drori (1993), la relación entre ciencia, tecnología y desarrollo económico en los países menos desarrollados es débil, ya que vendrían a constituirse en espacios distintos, en los que hacer ciencia no repercute necesariamente en más tecnología, ni tampoco invertir en más tecnología repercute en más crecimiento económico. En los países desarrollados, sucedería lo inverso, ya que la tecnología, sin incluir necesariamente a la actividad científica, tendría un correlato más directo sobre el desarrollo económico (Drori 1993: 211-212).

El enfoque “instrumentalista” también habría sido el dominante en la región. En base a la teoría de la dependencia, se ha solido pensar que para lograr el desarrollo económico y social era necesario fomentar el desarrollo industrial nacional con una mayor cantidad de inversión en ciencia y tecnología. En las décadas del sesenta, setenta y ochenta, se implementaron en muchos países de la región, organismos de política y planificación de ciencia y tecnología que tuvieron dicha misión (Kreimer 2007: 56).

A inicios del siglo XX, según Cueto (2005), la investigación científica peruana inició un proceso de recuperación sostenido por la economía de exportación, la estabilidad de la llamada “República Aristocrática” y la influencia del positivismo. A nivel institucional se contaba con la Academia Nacional de Medicina. Emergieron nuevos profesionales como los ingenieros agrícolas, formados en la Escuela de Agricultura, que actualmente es la Universidad Nacional Agraria La Molina (Cueto 2005: 16-17). Se crearon universidades, facultades, institutos y revistas científicas, como la Universidad Cayetano Heredia, la Universidad de Arequipa y la Universidad de Trujillo. En 1968, se conformó el Consejo Nacional de Investigación, que posteriormente sería el Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC), institución que hasta la actualidad es la única que concentra la autoridad científica. Cabe señalar que la actividad científica y tecnológica hasta la década de 1960 tenía indicadores competitivos en agricultura, medicina, biología y geofísica (Marticorena 2004: 201).

Así, el panorama hacia la primera mitad del siglo XX, se presentaba de la siguiente manera:

“Hacia fines de la década del cincuenta el Perú contaba con un grupo de investigadores y médicos que hacían ver el futuro de la ciencia con cierta esperanza. Asimismo, parecían próximos a lograr las

aspiraciones de Unanue y de Raimondi de convencer a los gobernantes que los expertos académicos eran imprescindibles para gobernar y mejorar la economía. Para entonces ya se habían creado varias sociedades profesionales y científicas que tenían actividades regulares (como la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales originalmente creada en 1938). La primera directiva de esta Academia estuvo presidida por el catedrático Sanmarquino de matemáticas Godofredo García y originalmente tenía como objetivos promover los estudios teóricos y prácticos de las ciencias, así como asesorar al Estado. Alumno de Villarreal, Godofredo García (1888-1970) fue profesor de geometría, trigonometría, cálculo y física en San Marcos desde 1920 donde llegó a ser decano, vicerrector y rector honorario. Como otros matemáticos limeños fue profesor en la Escuela de Ingenieros". (Cueto 2005: 19)

En los últimos treinta años, la institucionalidad de la ciencia se fragmentado debido a la implementación de políticas que han desalentado el desarrollo científico y han disuelto los grupos de especialistas de las universidades y centros de investigación (Marticorena 2004: 201). La ausencia de políticas públicas y el desinterés del Estado por el desarrollo científico se incrementó en la década de 1990, momento en el que las instituciones del sector no tenían como intervenir en el ámbito público. El CONCYTEC no contaba con la capacidad de convocatoria suficiente en los sectores de la política y el empresariado (Marticorena 2004: 201).

Debido a que actualmente la situación ya no es crítica, se han dado nuevas iniciativas. Se han realizado diagnósticos sobre el marco institucional y las distintas organizaciones del sector (Kuramoto 2012: 4). Del mismo modo, se han elaborado estudios que han dado cuenta de experiencias exitosas de innovación empresarial, cadenas productivas en innovación, transferencia de tecnología e innovación social (Kuramoto 2012: 4).

"En los últimos cinco años el tema de la ciencia, tecnología e innovación (CTI) ha ido pasando de un mero discurso en la agenda política del país a un área de acción en la política pública peruana. Uno de los primeros avances fue dejar de hablar de la economía del conocimiento, como si fuera un estadio al cual es posible acceder sin ningún esfuerzo y sin dedicar mayores recursos, y tener conciencia de que el país ha estado creciendo más en base al aumento de factores y menos en base al aumento de productividad. Asimismo, ha sido importante reconocer que somos uno de los países que menos gasta en educación y en investigación y desarrollo (I&D) en la región, al mismo tiempo que a pesar que mejoramos en el ranking general de competitividad, nuestra posición en el pilar de la innovación sigue deteriorándose". (Kuramoto 2012: 2)

De acuerdo a Kuramoto, a pesar de que el país ha crecido en los últimos años a un ritmo de 7% anual, se ha seguido destinando sólo el 0.15% del PBI a actividades de ciencia y tecnología. Sumado a ello, los indicadores asociados a los recursos humanos para la investigación todavía son unos de los más bajos de la región. Según el ranking de competitividad global del año 2010, el Perú se encuentra en el puesto 110, mientras que Brasil se encuentra en el puesto 42 y Chile, Colombia y Argentina lo hacen en los puestos 43, 65 y 73, respectivamente (Díaz y Kuramoto 2011: 16). A nivel mundial, tenemos que la inversión en actividades de investigación y desarrollo en relación al PBI en China es de 1,4%, en Estados Unidos es de 2,6% y en Brasil de 1% (Díaz y Kuramoto 2011: 16). Respecto a las exportaciones, solo el 0.8% de puede calificarse de alta tecnología en comparación a un promedio regional de 4.3% y 3.5% (Kuramoto 2012: 2). Cabe mencionar que no se cuenta con suficiente información disponible:

"Una debilidad que debe llamar la atención es la precaria situación de las estadísticas de CTI en el país. La información con que cuenta el país está desactualizada en el mejor de los casos, o simplemente no se produce. Las cifras oficiales más recientes de gasto en I+D corresponden al año 2004 y las de ACT, al año 2003. El país no cuenta con información actualizada sobre cuántos egresados de universidades por carrera existen (las cifras más recientes son del año 2000), tampoco con información sobre cuántos postgraduados de maestrías o doctorados existen, ni con cuántos investigadores cuenta el país (el último dato disponible es del año 2004), ni de cuántos proyectos y programas de investigación se desarrollan y

cuáles son sus resultados. De otro lado, la última encuesta de ciencia, tecnología e innovación que permite analizar el comportamiento tecnológico y de actividades de innovación de las empresas se realizó en 2004” (Díaz y Kuramoto 2011: 16).

Se han dado algunas iniciativas nacionales como la implementación del Programa de Innovación y Competitividad para el Agro (INCAGRO). Este programa operó desde el año 2001 hasta el año 2010 y fue financiado mediante un préstamo del Banco Mundial (Kuramoto 2012: 2). Posteriormente, se implementó el Programa de Ciencia y Tecnología (FINCYT) que estuvo financiado a través de un préstamo del Banco Interamericano de Desarrollo y ascendió a US\$ 36 millones en su primera fase (Kuramoto 2012: 2-3). Uno de los programas más recientes ha sido la implementación del Fondo de Investigación y Desarrollo para la Competitividad (FIDECOM), el cual se encuentra en plena ejecución y asciende a S/. 200 millones, financiados por el gobierno (Kuramoto 2012: 3). Los temas en debate son, por un lado, el modo en que serían transferidos los fondos regionales provenientes del canon a las universidades públicas y, por el otro, la creación de un Ministerio de Ciencia y Tecnología (Kuramoto 2012: 3). El sector privado tiene una escasa participación, aunque podría encontrarse expectante:

“Las empresas privadas, cuya independencia el Estado no se discute, en general, muestran poco interés en el tema de la CTI, y mantienen una histórica distancia con las Universidades y con los organismos públicos dedicados al tema. También hay que tener en cuenta una antigua tradición de mercantilismo en el empresariado peruano, a partir de la cual, el éxito de las empresas no depende tanto de su eficiencia o competitividad, sino de las relaciones y privilegios que les otorga el Estado. En este contexto, ciertamente la innovación no es una necesidad vital para las empresas” (Villarán 2010: 34)

El concepto más adecuado para describir el origen del campo científico peruano, es lo que Cueto denominaba ciencia de la adversidad, que se remonta a inicios del siglo XX. La ciencia de la adversidad se caracterizaba por: la concentración en pocos problemas de investigación, la coexistencia de temas de investigación teóricos y prácticos, el nacionalismo, el uso de tecnologías que no fuesen costosas ni sofisticadas y la creación de redes internacionales donde se pudieran cumplir un rol de liderazgo (Cueto 2005: 21). Se concebía a la ciencia como utilitaria, respondiendo a demandas por soluciones prácticas por sobre aquello que pueda garantizar el progreso nacional, económico o social. Es una ciencia para generar desarrollo, que aprovechaba las circunstancias naturales, geográficas o clínicas. En ese sentido, también era nacionalista y localista, ya que no se le daba mucha importancia a la ciencia básica ni a la competitividad como en Alemania o Estados Unidos. A estos intereses, se sumaron actores no científicos como políticos y periodistas, además de expertos que afirmaban que la realidad peruana era demasiado compleja como para ser entendida por especialistas extranjeros o desde la cultura local. El único momento que permitía a los científicos peruanos tener una visión distinta era cuando participaban en las redes internacionales (Cueto 2005: 21-22). Hacia fines del siglo XX:

“Este estilo de hacer ciencia en condiciones adversas experimento serios reveses a fines del siglo XX por la masificación del número de estudiantes universitarios y posteriormente por la violencia política de los años ochenta. Desde entonces los problemas que enfrentaba siempre la ciencia peruana se intensificaron: la poca estima cultural por la investigación, la precaria profesionalización de los investigadores, su dependencia de profesiones, la inmigración al exterior de científicos formados localmente, la falta de continuidad de las instituciones y publicaciones periódicas, y la indiferencia de los gobernantes y empresarios. Hoy en día superar estos problemas históricos y recrear “la Ciencia de la adversidad” sigue siendo un desafío y una tarea pendiente.” (Cueto 2005: 22)

2. Políticas públicas y gobernanza de la ciencia, la tecnología y la innovación

El hecho de no estar declaradas oficialmente, no quiere decir que en dicho gobierno no se cuente con políticas públicas para un sector como el científico y el tecnológico. Si bien en algunos países las

regulaciones sobre las nanotecnologías no son explícitas, ello no quiere decir que no exista una política en torno a ellas. Según Dye (1972), la política pública es lo que los gobiernos deciden o no deciden hacer. Si bien la acción formal del gobierno, escrita y legislada, es una forma de política pública, aquello que no se encuentra legislado ni codificado es también otra forma de política pública. En ese sentido, la decisión del gobierno por no tratar un determinado tema es una forma de política pública.

Para Jenkins (1978) la política pública es: “Un conjunto de decisiones interrelacionadas adoptadas por un actor o un conjunto de actores públicos, concernientes a la selección de objetivos y los medios para alcanzarlos, en el marco de una situación específica”. De acuerdo a Meny y Thoenig (1992), la noción de políticas públicas hace referencia a la disciplina que estudia «la acción de las autoridades públicas en el seno de la sociedad. ¿Qué producen quienes nos gobiernan, para lograr qué resultados, a través de qué medios?».

Las políticas industriales buscan desarrollar el sector productivo del Estado. De acuerdo a Suzigan y Villela (1997), la política industrial está en consonancia con las políticas macroeconómicas y el comercio exterior del gobierno. Asimismo:

“La política industrial es implementada por una organización específica, por medio de instrumentos reguladores y de la actividad industrial, y se caracteriza por su vinculación con la política científica y tecnológica, por las relaciones complejas que mantiene con las políticas económicas y públicas y por la percepción de cuáles son las estrategias empresariales más adecuadas. Estos elementos deben tener como referencia la dinámica económica y tecnológica internacional” (Costa, 1994).

Las políticas científicas, no se alejarían de este concepto, ya que pueden contribuir al fortalecimiento industrial de un país y dinamizar a los sectores clave en el proceso de innovación (competitividad internacional).

“La política científica y tecnológica comprende una serie de acciones gubernamentales que incluyen: generación, fomento, diseminación y aplicación de conocimientos científicos y/o tecnológicos; apoyo a las actividades de personas e instituciones involucradas con la investigación, apoyo a la innovación, transferencia, invención y difusión de técnicas, procesos y productos; formación de recursos humanos cualificados, etc.” (Fagundes, 2009)

Para entender el involucramiento público en ciencia y tecnología (engagement), es necesario hacer referencia a la gobernanza científica. Dicho concepto plantea que las decisiones sobre ciencia y tecnología son inherentemente políticas. Ello incluye la participación del público en las agendas de investigación, en la toma de decisiones, la formulación de políticas e incluso en la producción del conocimiento. Alan Irwin (citado por Hackett 2008: 431), emplea el término gobernanza para describir las interacciones entre ciencia, tecnología y política, reemplazando el concepto de política científica.

De acuerdo a Fuller (2000) y Rose (1999), la gobernanza implica que el desarrollo y el control de la ciencia y la tecnología no sólo les compete a los gobiernos, sino también a una amplia gama de actores como la industria, organizaciones, grupos de interés, consumidores y el mercado. Según Barry (2001) y Dean (1999), implica mecanismos organizacionales, supuestos operativos, modos de pensar y actividades que pueden tener repercusiones en la toma de decisiones en una esfera social particular. En este caso, estarían vinculadas al desarrollo y control de actividades de ciencia y tecnología.

El debate sobre las incertidumbres tecnológicas y sociales de las nanotecnologías, requiere del desarrollo de una capacidad societal de previsión y también de habilidades generalizadas que nos brinden herramientas para cerrar las brechas cognitivas entre presente y futuro. Ello quiere decir que debemos empezar a desarrollar habilidades que incentiven más la imaginación y la capacidad de anticiparnos a escenarios futuros, sean estos favorables o adversos. Es de esta manera que podemos hacer referencia al concepto anticipatory governance (Guston & Sarewitz, 2002).

Ello supone que la toma de decisiones se basaría no solo en las capacidades analíticas y el conocimiento empírico, sino que se deberían considerar otras capacidades como la autocrítica colectiva, la imaginación, y la disposición para aprender mediante “prueba y error”. La toma de decisiones, si bien es un proceso racional, en pocas ocasiones se basa únicamente en la certidumbre o la capacidad predictiva. Anticipación implica estar alertas a la co-producción de conocimiento socio técnico, así como tener la capacidad de imaginar alternativas socio tecnológicas que inspiren su uso.

Aunque las previsiones de futuros escenarios sociotécnicos no logren justificar cambios a corto plazo, los resultados de procesos interactivos y participativos deberían generar más conciencia sobre los impactos potenciales, incluyendo el impacto en la sociedad y la cultura. Ello se podría evidenciar por el incremento en la preocupación por lo social y lo ético en la labor de los investigadores, expertos y científicos. Por otro lado, existen también críticas a la efectividad de estas intervenciones (Fonseca y Pereira 2013).

Aún prevalece la concepción clásica de la neutralidad y la universalidad de la ciencia, mientras que existan importantes asimetrías de poder entre los investigadores naturales y sociales. De acuerdo a Fonseca y Pereira (2013), los investigadores sociales no son tomados en serio, ya que se tendría un concepto erróneo de ellos. Si bien se realizan intervenciones participativas, aún no tienen mucha resonancia. Sin embargo, existe un cierto consenso en que, aún cuando los resultados de estas intervenciones no estén directamente relacionados con la toma de decisiones, pueden ampliar los conocimientos y cambiar la perspectiva de los tomadores de decisiones sobre el desarrollo tecnológico.

El concepto de tecnologías sociales ha tenido una cierta acogida entre los formuladores de políticas, ONGs y académicos de Brasil y otros países de América Latina (Fonseca y Pereira 2013). Muchos movimientos sociales y ONGs habrían adoptado sus principios. Cabe señalar que este concepto ha sido parte del discurso político brasileño en torno a la responsabilidad en política científica y tecnológica. A pesar del limitado presupuesto y la escasa divulgación, el gobierno ha apoyado el desarrollo de las tecnologías sociales para la inclusión social.

Existen puntos comunes entre las tecnologías sociales y el enfoque anticipatorio, en particular respecto a la ampliación de la participación ciudadana en los procesos de innovación tecnológica. Sin embargo, este enfoque se encuentra alejado de la lógica de implementación de políticas para la gobernanza científica e incluso de las discusiones sobre nuevas tecnologías. Si bien se le suele asociar con desarrollos menos intensivos comunitarios, forma parte de un proceso de innovación que incorpora el conocimiento comunitario en soluciones para abordar problemas sociales y ambientales. La definición que maneja la Red de Tecnologías Sociales (2004) al respecto es: «Las tecnologías sociales comprenden productos, técnicas y/o metodologías replicables desarrolladas en la interacción con la comunidad y que deben representar una solución efectiva en términos de transformación social. Es decir, el concepto va más allá de la idea tradicional de asistencia social» (Fonseca y Pereira, 2013).

3. Políticas de nanotecnología en América Latina

La nanotecnología es la ciencia que interviene en el diseño, la producción y el empleo de estructuras y objetos que cuentan con al menos una de sus dimensiones en la escala de 0.1 milésimas de milímetro, es decir que manipulan la materia a escala nanométrica. Existen varios productos para el consumo que presentan componentes de nanomateriales, los cuales se los puede encontrar en el inventario de productos de consumo (CPI por sus siglas en inglés) de nanotecnología del Centro Wilson³ (Vance et al. 2015).

Organismos internacionales como el Banco Mundial, la Organización de los Estados Americanos (OEA) y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) fomentan el desarrollo de nanotecnologías en América Latina -esto desde una reestructuración de la ciencia y tecnología para la

³Para acceder al inventario se puede revisar la siguiente web: <http://www.nanotechproject.org/cpi/>

región-; lo cual, buscaba orientar las políticas públicas hacia un paradigma de la economía del conocimiento, teniendo como área prioritaria a las nanotecnologías (Foladori 2012: 145).

Así, al cabo de la primera década del siglo XXI, la mayoría de los países consideraban a la nanotecnología como prioritaria para sus políticas CyT (Ver cuadro 1) (Foladori 2012: 152).

Cuadro 1. Año en el que países latinoamericanos incorporan las nanotecnologías en sus políticas públicas

Año	País	Institución Promotora
2000	Brasil	Ministerio de Ciencia y Tecnología
2001	México	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
2003	Argentina	Secretaría de Ciencia y Tecnología
2004	Colombia	Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación
2004	Costa Rica	Consejo Nacional para Investigaciones Científica y Tecnológicas
2005	Ecuador	Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología
2006	El Salvador	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
2006	Perú	Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica
2008	República Dominicana	Secretaría de Estado de Educación Superior, Ciencia y Tecnología
2009	Uruguay	Gabinete Ministerial de la Innovación
2010	Panamá	Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación

Fuente: Riesgos a la salud y al medio ambiente en las políticas de nanotecnología en América Latina. (Foladori 2012)

Sin embargo, no se introdujeron criterios básicos de implementación sobre riesgos a la salud y el medio ambiente, los cuales no figuraban en las políticas de los organismos internacionales en la primera década del siglo XXI (Foladori 2012). Ello, a pesar de que en Estados Unidos y algunos países de la Unión Europea si los contemplaban e incluso eran reclamados por organizaciones no gubernamentales y sindicatos, además de ser reconocidos por el sector empresarial (Foladori 2012: 153-154).

Por ejemplo, en el 2000, Estados Unidos lanza el National Nanotechnology Initiative, que incluía un presupuesto –aunque marginal- dedicado a los riesgos e impactos sociales a la salud y medio ambiente relacionados a las nanotecnologías. El Servicio de Información Comunitario sobre Investigación y Desarrollo (CORDIS), que pertenece a la Unión Europea, publicó diversos reportes sobre los potenciales riesgos de estas tecnologías. Estas informaciones no fueron incluidas en América Latina ni por expertos del Banco Mundial, la OEA o el OCDE (Foladori 2012: 154-155).

Si bien los gobiernos latinoamericanos promueven el desarrollo de las nanotecnologías a través de la creación de políticas y el financiamiento orientado a la investigación, el financiamiento público para estudios de riesgos ha sido marginal (Foladori 2012: 159). Según Galera (2015) esto se debe a que la seguridad no es una variable considerada en la investigación y el desarrollo nanotecnológico, sino que más bien se realiza en una etapa post-mercado, de importancia para la comercialización. El Comité Científico de los Riesgos Sanitarios Emergentes y Recientemente Identificados de la Unión Europea (CCRSERI) demostró que existen peligros tóxicos de ciertos nanomateriales fabricados para la salud y el medio ambiente (Galera 2015: 36).

Los trabajadores se intoxican debido a la falta de conocimiento, a la inadecuación de las herramientas, así como a la liberación de partículas perjudiciales para la salud (Galera 2015: 46). La exposición al trabajo con

nanomateriales tiene diferentes consecuencias perjudiciales para la salud, según el modo de ingesta de materiales, por contacto con la piel o por ingestión de partículas y, según sea el caso, las consecuencias varían entre alteraciones con desórdenes psiquiátricos como enfermedades del hígado, corazón, etc. (Galera 2015: 51)

Galera señala que, si bien la investigación en seguridad y salud humana y ambiental realizada en la última década ha producido avances respecto a los riesgos “nano”, queda aún por despejar muchas incertidumbres (Galera 2015: 38). De esta manera, el Comité To Develop a Research Strategy for Environmental, Health and Safety and Aspects of Engineered Nanomaterial (2012) reconoce que (Galera 2015: 38-39):

- Los desarrolladores, reguladores y consumidores de productos nanotecnológicamente habilitados, no conocen con certeza la variedad y la cantidad de nanomateriales para el comercio o en desarrollo, sus posibles aplicaciones, y los riesgos potenciales
- No existe conexión e integración suficiente entre la generación de datos y el análisis sobre riesgos emergentes y las estrategias para la prevención y gestión de dichos riesgos
- Se deben cerrar los vacíos de conocimientos identificados en muchos talleres científicos en la última década, a través de más investigación.

En algunos países de la región, los sindicatos y las organizaciones no gubernamentales se encargaron de trasladar estas preocupaciones a la agenda pública, especialmente respecto a los efectos sobre la salud y el medio ambiente y su potencial impacto sobre la clase trabajadora y los consumidores (Foladori 2012: 145). Brasil es el país donde las actividades de los sindicatos, las redes académicas y organismos no gubernamentales han sido sostenidas, con implicancias para el empleo y la industria; lo que es reflejo de un avance en la incorporación de estos temas en las políticas de ciencia y tecnología de ese país. Ello también se ha presentado en actividades sindicales puntuales en países como Argentina y Uruguay (Foladori 2012: 163).

4. Metodología

Para este estudio se ha empleado una metodología de estudio de caso, a través de la revisión de fuentes secundarias académicas y de políticas de ciencia y tecnología que tengan alguna relación con el desarrollo de nanotecnologías. Asimismo, se realizó una revisión de la prensa local y una reconstrucción del proceso de institucionalización de la ciencia, la tecnología y la innovación en el Perú desde el 2013 al 2016 con énfasis en el desarrollo y la promoción de la nanotecnología. Se han considerado la normativa oficial como distintas iniciativas particulares.

5. Políticas de nanotecnología en el Perú en años recientes

Desde el año 2006 existe un Plan Nacional Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Competitividad y el Desarrollo Humano, PNCTI 2006-2021, el cual se alinea con los objetivos de desarrollo sostenido del país. Fue elaborado con criterio participativo y descentralizador y con la colaboración activa de todos los miembros del sistema. Su objetivo principal es el de asegurar la articulación y concertación entre los actores del SINACYT, enfocando sus esfuerzos para atender demandas tecnológicas en áreas estratégicas prioritarias, con la finalidad de elevar el valor agregado y la competitividad, mejorar la calidad de vida de la población y contribuir con el manejo responsable del medio ambiente. “De esta manera se podría acceder a los beneficios de la globalización para lograr una mejor calidad de vida para los peruanos, dentro de una sociedad más justa, productiva y solidaria” (CONCYTEC s/f).

Otra característica del PCNTC 2006 – 2021 es que buscaría satisfacer la demanda, es decir, atender las prioridades de generación y aplicación de conocimientos definidos por los usuarios (empresas,

organizaciones sociales, instituciones del Estado y ciudadanos en general), facilitando su aplicación industrial y comercial, en concordancia con los objetivos sociales y ambientales que el país se proponga alcanzar.

Empero, tras un primer acercamiento a la institucionalización de la ciencia en el Perú, Zárate (2014) menciona que hasta el año 2013 se logra encontrar cinco características principales para entender lo que pasa en el país al hablar de investigación en la ciencia aplicada: 1) poca estima cultural por la investigación científica aplicada; 2) precaria profesionalización; 3) inmigración al exterior de científicos formados localmente; 4) debilidad de las instituciones del Estado y los mecanismos de asociación entre grupos de investigadores; y 5) indiferencia de los gobernantes y empresarios.

Estas características han hecho posible la existencia de una separación entre ciencia, desarrollo y sociedad. Ello ha conllevado a que las políticas públicas relacionadas a las ciencias aplicadas (como es el caso de la nanotecnología) en el país han sido poco o casi nada incentivadas.

Es hasta el 2016 en que el entonces presidente Ollanta Humala promulga el Decreto Supremo (Nº 015-2016-PCM) que aprueba la Política Nacional para el Desarrollo de la Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica. En dicho documento se especifican los principales problemas que tiene la CTI en Perú (El Peruano 2016: 580144-580148):

- Resultados de investigación y desarrollo tecnológico no responden a las necesidades del país
- Insuficientes incentivos para CTI;
- Insuficiente masa crítica de investigadores y recursos humanos calificados
- Bajos niveles de calidad de los centros y laboratorios de investigación
- Deficiente Institucionalidad y gobernanza del SINACYT.

En el mismo año se promulga la Ley de Promoción de la Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica (Ley 30309), con la cual se generaría un incentivo para que las empresas puedan deducir hasta 175% de sus gastos en innovación, ciencia y tecnología. De esta manera se apuesta por incentivar la inversión en Investigación y Desarrollo (I+D). Ello considerando que los indicadores referentes a innovación en el país son los más bajos de la región. Perú asigna 0.15% del PBI, mientras que el promedio en Latinoamérica es de 0.7%, según el Ministerio de la Producción (Produce). Y si bien gran parte de este gasto es realizado por el sector público a través de universidades e institutos de investigación, el país está rezagado. Así, le destina 0.08% del PBI, inferior al promedio de la región, que es 0.62%. El Perú se ubica en la posición 119 de un total de 144 naciones en gasto de las empresas en I+D. Esto obedece a que las firmas destinan solo el 0.3% de sus ventas a este rubro.

Todo ello ha contribuido a que actualmente hayan proliferado proyectos en el rubro de innovación que se encuentran financiados con fondos concursables como Innovate Perú (ex-FINCYT), FONDECYT, CONCYTEC, etc. Dichos proyectos que están relacionados a la Nanociencia, Nanotecnología y sus aplicaciones están siendo desarrollados en diferentes partes del país.

El programa Innovate Perú del Ministerio de la Producción (2017), a través de su página web⁴, anunció que cofinanciará proyectos de equipamiento científico de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) para impulsar investigaciones en nanotecnología. A través del Concurso de Equipamiento Científico, dicha universidad se adjudicó de dos proyectos. El primero se titula “Consolidación de la Nanociencia y la Nanotecnología en el Perú: Adquisición del único TEM-STEM-SEM de fácil operación para la caracterización de nanoestructuras y materiales biológicos” y busca la adquisición de un microscopio electrónico que facilitaría el análisis de las propiedades de materiales a nanoescala. El segundo proyecto se titula

⁴ Fuente: <http://www.innovateperu.gob.pe/noticias/noticias/item/1372-innovate-peru-cofinanciar-proyectos-de-equipamiento-cientifico-de-la-pucp-para-impulsar-investigaciones-en-nanotecnologia>

“Adquisición de un equipo para la medición de propiedades dinámico-mecánicas de materiales con aplicaciones en control de calidad industrial e investigación básica”. En suma, estos proyectos buscarían fortalecer a: los grupos de investigación, las relaciones entre el sector privado y universidad, así como el desarrollo industrial.

De igual forma, otro de los proyectos que ha sido financiado por el programa Innovate Perú es el de María Quintana, de la Universidad Nacional de Ingeniería y Elena Flores, de la Universidad de Ingeniería y Tecnología. El proyecto se titula: “Descontaminación de Efluentes mediante el uso de Nanocompuestos de Carbono insertados en la estructura porosa de la Diatomita”. El aporte tecnológico de dicho proyecto consistió en desarrollar un compuesto a base de diatomita y grafito, otorgándoles un valor agregado a estos materiales. Se evaluó la eficiencia del material obtenido en su capacidad de remover metales pesados principalmente plomo y cobre (Perú.com)⁵.

Por otro lado, diversos actores que pertenecen a la academia y al sector privado han buscado incentivar la divulgación de la ciencia y proyectos relacionados a la innovación tecnológica y la nanotecnología, a nivel individual o a través de grupos de investigación.

La Sociedad Química del Perú es una de las principales organizadoras de los mayores eventos de divulgación de nanotecnología en Perú. Desde el año 2012 hasta el año 2016 ha realizado cuatro eventos: el Simposio Peruano de Nanotecnología, el Simposio Latinoamericano de Nanotecnología, y un Simposio Iberoamericano de Nanotecnología. Estos eventos⁶ habrían logrado cumplir con ciertos objetivos: despertar el interés en la nanotecnología, promover el intercambio y reforzamiento de conocimientos, así como la exposición de resultados de investigación.

Individualmente, tenemos proyectos y propuestas de científicos que buscan aportar a la sociedad y al desarrollo. El biólogo Marino Morikawa, propuso descontaminar el espacio lacustre que comparten Puno (Perú) y La Paz (Bolivia), el Lago Titicaca, desde el año 2014, extendiéndose dicho proyecto hasta el año 2017. Este científico habría logrado con anterioridad descontaminar la laguna natural El Cascajo en Chancay (Lima). Este proyecto fue financiado por una ONG externa, dado que el gobierno peruano no cuenta con el apoyo financiero necesario y que representa solo la recuperación del 0,02% del lago Titicaca. Si logra ser efectivo se podría pensar en un plan de descontaminación al largo plazo (Perú21 2017).

Asimismo, encontramos a ciertos grupos de investigación que se pertenecen a centros de investigación que emplean sus propios fondos o acceden a otros espacios externos que les permiten contar con financiamiento. Estos centros pertenecen a la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Universidad Nacional de Trujillo, Universidad Nacional de Ingeniería, el Instituto Peruano de Energía Nuclear, Universidad Cayetano Heredia, Pontificia Universidad Católica del Perú, Universidad Agraria la Molina, Universidad Nacional San Antonio Abad de Cusco, Universidad Nacional San Agustín de Arequipa (Vega 2015).

Con respecto a las empresas privadas y/o laboratorios involucrados en la distribución y comercio de productos que contienen nanomateriales podemos considerar a: Montalvo Salón & Spa (productos cosméticos con nanotecnología); Nano Cover Perú⁷ (sector automotriz); Nano Soluciones (desarrollo de productos basados en nanotecnología para el cuidado y mantenimiento de todos los bienes y propiedades de uso o convivencia común); Sesderma Laboratorios⁸ (dermocosmética); NEXUS⁹ (nanotecnología en recubrimientos y aislamientos); NANO4LIFE Perú; XADO Perú (sector automotriz); entre otras empresas que

⁵ Fuente: <https://peru.com/epic/tecnologia/presentan-investigacion-sobre-descontaminacion-efluentes-mediante-uso-nanotecnologia-noticia-524525>

⁶ Fuente: <http://simposionano2016.weebly.com/>

⁷ Fuente: <http://www.nanocover.pe/>

⁸ Fuente: <http://www.sesderma.com.pe/pe/>

⁹ Fuente: <http://www.gruponexus.com.pe/index.html>

se dedican solo a la distribución de productos con nanomateriales, como es el caso de 2MG¹⁰. Sin embargo, no hay fuentes exactas de la cantidad de empresas y/o laboratorios que trabajen con nanotecnologías o que sólo manipulen nanomateriales dentro de sus productos.

6. Reflexiones finales

Como hemos podido ver en esta breve revisión, en el caso del Perú, aún permanece el enfoque instrumentalista de la ciencia. Si bien se han dado iniciativas de políticas en los últimos años que buscan revertir la situación precaria que ha persistido por décadas, no podemos decir que la política pública, en términos de Dye (1972) y Jenkins (1978) haya cambiado mucho en este sector. Es decir, permanece una cierta incertidumbre respecto a lo que el gobierno pueda hacer para implementar lo planteado en los documentos oficiales de política. Fuera del ámbito formal, se tienen iniciativas dispersas y que, como hemos visto, buscan sobre todo acceder a fondos para poder sostenerse, y de manera individual. Se entiende que, para hacer más ciencia, es necesario, como una prioridad acceder a más y mejor infraestructura. En ese sentido, cada institución, busca en primer lugar, obtener beneficios en ese sentido. En los centros de investigación, los fondos son escasos, y la pugna por acceder a más fondos afecta la investigación que se realiza.

En este sentido, estaríamos lejos de una gobernanza científica, como la plantean (Irwin 2008, Fuller 2000, Rose 1999, Barry 2001, Dean 1999), en términos de participación del público, la industria, grupos de interés, organizaciones, consumidores y otros actores. Si bien se cuentan con algunas directrices gubernamentales descritas en los documentos de políticas oficiales, los mecanismos organizacionales, supuestos operativos y modos de pensar que predominan en torno al desarrollo de la ciencia y la tecnología, dificultan la implementación de dichas políticas. Del mismo modo, el implementar las bases para el anticipatory governance, implicaría cambiar principalmente la legitimidad cultural que tiene la ciencia para el gobierno, la sociedad y el sector privado. Anticiparse resultaría complicado cuando, ante problemas estructurales como la migración de científicos, no se conocen las condiciones políticas en las que se implementarían estas ideas basadas en previsión y análisis de escenarios futuros. Se necesita de estabilidad política para así tener instituciones que se fortalezcan en un entorno en donde se promueva la ciencia y la tecnología, especialmente aquella vinculada al desarrollo local, que debe dejar de ser parte únicamente de iniciativas individuales.

Referencias bibliográficas

- BARRY, Andrew (2001) *Political Machines: Governing a Technological Society* (London: Athlone Press).
- CALDERÓN, Fernando (2003). *¿Es sostenible la globalización en América Latina?* Chile: FCE.
- CASTELLS, Manuel (1995). *La ciudad informacional*. Madrid: Alianza Editorial.
- Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (s/f). *Plan Nacional de CTI 2006-2021*. Recuperado de: <https://portal.concytec.gob.pe/index.php/concytec/estrategias/41-plan-nacional-de-cti-2006-2021>
- COSTA, C.A. N. (1994). *Política industrial no Brasil-1974-1989* (tesis). UNICAMP, 1994, 224.
- CUETO, Marcos (2005). *La Ciencia de la Adversidad: Un esbozo de la Historia de la Ciencia en el Perú*. UNODIVERSO, Ciencia, Tecnología y Sociedad 1. CONCYTEC.
- DEAN, M. (1999) *Governmentality: Power and Rule in Modern Society* (London: Sage).
- DIAZ, Juan José y Juana KURAMOTO (2011). *Políticas de ciencia, tecnología e innovación*. *Economía y Sociedad* 77, CIES.

¹⁰ Empresa dedicada a la importación y exportación de productos con nanotecnologías. Revisado en: <http://2mg.com.pe/index.php>

- DRORI, Gili S. (1993). "The Relationship between Science, Technology and the Economy in Lesser Developed Countries". *Social Studies of Science*, Vol. 23, No. 1
- DYE, T. (1972). *Understanding Public Policy*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- El Peruano (09 de marzo de 2016). Decreto Supremo que aprueba la Política Nacional para el Desarrollo de la Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica – CTI. Recuperado de: https://portal.concytec.gob.pe/images/noticias/Normas_Legales_Pol%C3%ADtica_Nacional_de_Desarrollo_de_CTI.pdf
- FAGUNDES, A. L. C. (2009). *Caminhos que se bifurcan: ideas, atores, estrategias e intereses na política científica e tecnológica do regime militar (tesis)*. USP, 2009.
- FOLADORI, Guillermo (2012). Riesgos a la salud y al medio ambiente en las políticas de nanotecnología en América Latina. *Revista Sociológica*, año 2, Nº 77, 143-180
- FONSECA, P. y Pereira, T. (2013). The governance of nanotechnology in the Brazilian context: Entangling approaches. *Technology in Society*, January 2013.
- FULLER, Steve (2000). *The Governance of Science* (Buckingham, U.K.: Open University Press).
- GALERA, A. (2015). El impacto de la nanotecnología sobre la seguridad y la salud laboral. *ORP Journal*, vol. 2, 31-58.
- GUSTON, D. H. & D. Sarewitz (2002). "Real-Time Technology Assessment". *Technology in Society* 24(1–2): 93–109.
- HACKETT, E. (2008). Politics and Publics. En *The Handbook of Science and Technology Studies*(1082). Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.
- JENKINS, W. (1978). *Policy Analysis: A Political and Organizational Perspective*. St Martin's Press, New York.
- KREIMER, Pablo (2007) "Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología en América Latina: ¿Para qué? ¿Para quién?". *Revista Redes*. Buenos Aires, Vol. 13, No. 26, pp.
- KURAMOTO, Juana (2012). *La Investigación Económica y Social en el Perú 2007-2011. Balance y Prioridades. Ciencia, tecnología e innovación. Informe Final*. CIES, GRADE.
- MARTICORENA, Benjamín (2004). "Ciencia, tecnología e investigación en Perú". *Temas de Iberoamérica: Globalización, ciencia y tecnología*. Volumen II, pp. 199-206. Consulta: 14 de junio de 2012. <http://www.oei.es/salactsi/marticorena.pdf>
- MENY, I. y THOENIG, J.C. (1992). *Las políticas públicas*. Editorial Ariel. Barcelona.
- Ministerio de la Producción (s/f). *Ley de Promoción de la Investigación Científica, Desarrollo Tecnológico e Innovación Tecnológica*. Recuperado de: <http://www.innovateperu.gob.pe/landings/incentivo-tributario/>
- Ministerio de la Producción (10 de octubre de 2017). *Innovate Perú cofinanciará proyectos de equipamiento científico de la PUCP para impulsar investigaciones en nanotecnología*. Recuperado de: <http://www.innovateperu.gob.pe/noticias/noticias/item/1372-innovate-peru-cofinanciara-proyectos-de-equipamiento-cientifico-de-la-pucp-para-impulsar-investigaciones-en-nanotecnologia>
- La República (21 de octubre de 2016). *Montalvo Salón & Spa presenta lo último en nanotecnología al servicio de la belleza*. Recuperado de: <http://larepublica.pe/empresa/814054-montalvo-salon-spa-presenta-lo-ultimo-en-nanotecnologia-al-servicio-de-la-belleza>
- Perú21 (01 de agosto de 2014). *Científico peruano busca recuperar el lago Titicaca con nanotecnología*. Recuperado de: <https://peru21.pe/lima/cientifico-peruano-busca-recuperar-lago-titicaca-nanotecnologia-177413>
- Perú21 (11 de septiembre de 2017). *Científico peruano presentará proyecto para descontaminar el lago Titicaca*. Recuperado de: <https://peru21.pe/lago-titicaca-cientifico-peruano-presentara-proyecto-descontaminarlo-375377>
- Perú.com (19 de julio de 2017). *Presentan investigación sobre descontaminación de Efluentes mediante el uso de Nanotecnología*. Recuperado de: <https://peru.com/epic/tecnologia/presentan-investigacion-sobre-descontaminacion-efluentes-mediante-uso-nanotecnologia-noticia-524525>
- ROSE, Nikolas (1999) *Powers of Freedom: Reframing Political Thought* (Cambridge: Cambridge University Press).
- SCHOFER, Evan (2004). "Cross-National Differences in the Expansion of Science, 1970-1990". *Social Forces*. Vol. 83, No. 1
- SUZIGAN, W y Villela, A.V. (1997). *Industrial policy in Brazil*. UNICAMP, 1997

VANCE, ME, Kuiken, T., Vejerano, EP, McGinnis, SP, Hochella, MF, Jr., Rejeski, D. y Hull, MS (2015). Nanotecnología en el mundo real: reurbanización del inventario de productos de consumo de nanomateriales. *Beilstein Journal of Nanotechnology*, 6, 1769-1780. <http://dx.doi.org/10.3762/bjnano.6.181>

VEGA, A. (2015). Situación de la Nanotecnología en el Perú. [diapositivas]. Naciones Unidas: Instituto de entrenamiento e investigación.

VILLARÁN, Fernando. (2010). Emergencia de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación (CTI) en el Perú. Organización de Estados Iberoamericanos. Romina Group.

ZÁRATE, S. (2014). Ética científica de la adversidad. La agenda inconclusa de los especialistas en nanotecnología en el Perú. (tesis de Grado). PUCP: Lima, 2014.