

Entre la incertidumbre y el individualismo. Ética científica de la adversidad y nanotecnología en el Perú*

Julio Sebastián Zárate Vásquez**
Grupo de Análisis para el Desarrollo, Lima, Perú

* El contenido de este artículo forma parte de la tesis *Ética científica de la adversidad*. La agenda inconclusa de los especialistas en nanotecnología en el Perú presentada para optar por el título de licenciado en Sociología por la PUCP, la cual obtuvo el segundo puesto del Premio Franco-Peruano François Bourricaud para la investigación peruana en ciencias humanas y sociales correspondiente al año 2014. Asimismo, versiones preliminares han sido presentadas en el XVIII ISA World Congress of Sociology. Facing an Unequal World. Challenges for Global Sociology en la ciudad de Yokohama (Japón), en el Encuentro Científico Internacional 2014 de Invierno (ECI) en la ciudad de Lima y en el XI Seminario Internacional Nanotecnologías, Sociedade e Meio Ambiente en la ciudad de Sao Leopoldo (Brasil).

** Julio Sebastián Zárate Vásquez es licenciado en Sociología por la Pontificia Universidad Católica del Perú. Es asistente de investigación del Grupo de Análisis para el Desarrollo (GRADE) y cofundador del grupo de investigación Sidereus Nuncius, que trabaja en coordinación con la Escuela Académico Profesional de Sociología de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Correo-e: sebastian.zarate@pucp.pe

Entre la incertidumbre y el individualismo. Ética científica de la adversidad y nanotecnología en el Perú

RESUMEN

Hacer ciencia en el Perú es enfrentarse a la adversidad. En una coyuntura que se caracteriza por su precariedad institucional y en la que, al mismo tiempo, se ha comenzado a demandar inversión en ciencia, tecnología e innovación, cabe preguntarse por los modos en que los actores superan día a día estas dificultades. En ese sentido, la propuesta consiste en acercarse a estos actores del conocimiento a partir del estudio de un caso particular: el de los expertos en nanotecnología. La hipótesis propuesta es que, para superar dichas adversidades, los expertos han desarrollado ciertos mecanismos individuales y colectivos que tienen como base una ética científica particular que se expresa a través del interés individual por generar y acceder a más conocimientos. A partir de ello, se intentará caracterizar el panorama institucional de la ciencia y la tecnología en relación con la investigación científica.

Palabras clave: institucionalización de la ciencia, nanotecnología, trayectorias biográficas.

Between uncertainty and individualism. Scientific ethos of adversity and nanotechnology in Peru

ABSTRACT

Practising science in Peru means facing adversity. Due to the country's recent economic growth and despite its weak institutions, there is a growing (yet insufficient) interest in raising the investment in science, technology and innovation activities. However, how are scientists and engineers overcoming these difficulties? To answer these questions, this research focuses in the study of the experts engaged in scientific practice through the analysis of a particular case: the nanotechnology experts. The main hypothesis of this research is that to overcome these adversities, the nanotechnology experts have developed a peculiar scientific ethos, expressed by an individualized access to knowledge, networks and resources. Taking that into account, the main goal will be to characterize the current institutional situation of science and technology in Peru regarding scientific research.

Keywords: institutionalization of science, nanotechnology, biographic trajectories.

1. INTRODUCCIÓN

Estudiar la ciencia desde las ciencias sociales es una labor que a duras penas se ha iniciado en el país. Desde fines de la década de 1960, Sagasti ha venido trabajando temas relacionados con ciencia, tecnología e innovación. En aquella época, se asumía que los países latinoamericanos, y en general el denominado Tercer Mundo, había fracasado en su intento por industrializarse en la época de posguerra. En consecuencia, y a manera de impulsar el desarrollo de las capacidades científicas y tecnológicas, era necesario comenzar a «comprender de manera más profunda los procesos de formulación y ejecución de políticas de ciencia y tecnología, relacionándolos con los contextos específicos del subdesarrollo y a las características de las diferentes ramas industriales» (Sagasti, 1978, p. 16). Posteriormente, a finales de la década de 1980, Cueto realizó un estudio sobre las actividades científicas y la investigación biomédica en el Perú de 1890 a 1950. El desarrollo de la ciencia en dicho período, se caracterizaba por su discontinuidad institucional y por mantener una relación pasiva con la ciencia internacional. Con relación a la investigación experimental moderna en el Perú a inicios del siglo XX, se señala:

Mientras que la mayoría de los historiadores de países industrializados cuentan las aventuras intelectuales de hombres que generalmente trabajaron en laboratorios bien equipados, con puestos de trabajo seguros y usando bibliotecas bien surtidas; los historiadores de la ciencia de países subdesarrollados como el Perú tenemos que estudiar cómo se desarrollaron carreras de investigación en medio de escasez de materiales, inestabilidad laboral y complicados compromisos institucionales (Cueto, 1989, p. 21).

En los años siguientes, Marticorena y Montoya retomaron este debate con la pretensión de revertir la precaria institucionalidad científica del país e intervenir en el ámbito público. Sobre el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología - CONCYTEC, el organismo rector del Estado en materia de ciencia y tecnología, se menciona lo siguiente: «Desde su creación, en 1968, como Consejo Nacional de Investigaciones - CONI, hasta 1981 en que pasó a ser el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología - CONCYTEC, este fue un organismo de escasa presencia pública y sin políticas de Estado. Se creó siguiendo la recomendación de la Cepal y la corriente de la época» (Marticorena, 2007, p. 8). Asimismo, se afirma:

Aunque con pequeña economía para promover la investigación científica, la formación de postgrado y otras actividades públicas de impacto, en 2001 el CONCYTEC continuaba siendo un organismo indescifrable para la pereza mental de los funcionarios, y prescindible por consenso pasivo. El Consejo seguía existiendo sin que ningún gobierno sumara a su ignorancia en el tema el atrevimiento de asumir la responsabilidad de su clausura (Marticorena, 2007, p. 9).

Actualmente, y debido al crecimiento macroeconómico del país, el panorama institucional de la ciencia en el Perú ha comenzado a cambiar, aunque todavía se presentan muchos impedimentos. Según Juan José Díaz y Juana Kuramoto, el crecimiento de la economía en los últimos años ha estado basado en la acumulación de factores de producción y no en el crecimiento de la productividad: «Debido a las limitadas actividades científico-tecnológicas, en las que se incluyen la investigación y desarrollo y la innovación, las ganancias de eficiencia y aumentos permanentes de productividad han sido muy bajas» (Díaz y Kuramoto, 2011, p. 72).

De lo anterior, se puede inferir que la capacidad del país para crecer en el plano macroeconómico, como es el caso de las actividades extractivas, no se encuentra relacionada con su capacidad para incrementar su producción científica. Como consecuencia, la demanda de distintos sectores (por ejemplo, el empresarial y el industrial) por invertir en términos monetarios se incrementa, mientras que la ciencia como institución se debilita. El interés por fortalecer las organizaciones involucradas y retomar el debate sobre la relación entre ciencia, tecnología y desarrollo es todavía mínimo en comparación con otros países de la región.

Según la base de datos de la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericana e Interamericana - RICYT, el gasto en actividades de investigación y desarrollo experimental en el Perú en relación con el PBI para el año 2004 fue de 0,14%. En el mismo año, Brasil (0,89%) y Argentina (0,43%) tuvieron los porcentajes más altos, mientras que Honduras (0,04%) el más bajo. Para el año 2011, según el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología - CONCYTEC, el gasto público en programas de ciencia y tecnología representó el 0,04% del PBI.

El grupo de investigadores que se estudiará será el de los expertos en nanotecnología. Ello debido principalmente a que es un conjunto de investigadores de no más de treinta personas, al grado de especialización de sus conocimientos y a la situación de postergación en la que se encuentran en la actualidad, incluso respecto de otros grupos de investigadores. La nanotecnología consiste en la manipulación de la materia a una escala reducida, esto es a nivel atómico y molecular. Sobre la base de este conocimiento acerca de las propiedades particulares de la materia a esta escala es posible diseñar nuevos materiales y dispositivos para distintos usos, como industriales, médicos o informáticos.

En nuestro país y en el mundo, la nanotecnología es considerada como novedosa, con lo cual el debate sobre ella, ya sea de carácter ético, político o científico, es situado en el futuro inmediato. Ello, a pesar de que pueda parecer insólito, no debe para nada hacernos pensar que es un debate irrelevante, sino más bien que se trata de una reflexión que ha quedado pendiente sobre el modo en el que se hace ciencia en el país, más allá de los aspectos normativos o técnicos. En el caso de la nanotecnología, tenemos una serie de constricciones internas que limitan el

quehacer científico, reduciéndose cada vez más el presupuesto e incrementándose el desinterés. Sin embargo, todavía se realiza investigación en temas relacionados con el tratamiento del agua, la salud o la contaminación ambiental, entre otros temas (Foladori, 2008).

2. HIPÓTESIS, OBJETIVOS Y NIVELES ANALÍTICOS

Se ha decidido partir de la siguiente interrogante: ¿de qué modos los expertos en nanotecnología se posicionan, se mantienen vigentes o se adaptan a las adversidades del campo científico peruano? Para poder contestarla, se decidió indagar en las trayectorias biográficas de cada experto, en la medida en que puedan ser recogidas las distintas experiencias y testimonios. Se ha intentado, en la medida de lo posible, que estos puntos de vista den cuenta del contexto en donde emergió este grupo de investigadores especializados, que no escapó a los impactos de la guerra interna de la década de 1980, así como la crisis política y la fragmentación institucional de la década de 1990. Los grupos de investigación, hacia la década de 2000, se empiezan a recomponer y fortalecer, por lo que el proceso de institucionalización de la ciencia se reanuda en la medida en que se comienza a contar con mayores recursos y apoyo. Realizar ciencia aplicada, como en el caso de la nanotecnología, sin el apoyo de las instituciones públicas, ha sido una consecuencia del ímpetu de los especialistas por mantenerse vigentes.

La hipótesis general consiste en que, para superar las adversidades cotidianas y adaptarse al campo científico peruano, los especialistas han desarrollado ciertos mecanismos individuales y colectivos que tienen como base una ética científica particular, que se expresa a través del interés individual por generar y acceder a más conocimientos. Sostenemos que el concepto de campo científico, en los términos en los que es concebido por Bourdieu, no es del todo adecuado para el caso peruano, ya que este asume que la competencia entre los agentes involucrados es elevada. El campo científico peruano se caracteriza por la superación de la adversidad, que se basa en la confianza y cercanía entre expertos con intereses similares. La competencia, o más bien rivalidad, emerge al momento de postular a un fondo o un proyecto que involucra más de una universidad. En las facultades de ciencia e ingeniería, esto no sucede a menudo, por lo que el ambiente no es tenso. Sin embargo, fuera de este ámbito, se mantienen ciertos recelos principalmente entre las universidades públicas y privadas que aumenta el aislamiento, disminuyendo la confianza, descomponiéndose las redes e incrementándose el hermetismo y la incertidumbre.

En esta investigación se diseñaron tres niveles analíticos a los que se corresponden tres objetivos principales. El primero se encuentra referido a la biografía del experto y el objetivo consiste en identificar y caracterizar aquellos factores

motivacionales que predisponen una actitud favorable hacia la investigación científica en condiciones de adversidad. El segundo se encuentra referido a la interacción entre los expertos y el objetivo consiste en identificar y caracterizar los modos en que se generan, perduran o disuelven las afinidades o las rivalidades. Finalmente, el tercer nivel se encuentra referido al ámbito institucional, y el objetivo consiste en identificar y caracterizar los factores que limitan el desarrollo de la actividad científica y determinan la postura de los expertos frente a su intervención en el ámbito público.

3. METODOLOGÍA

La metodología empleada para el registro de la información ha sido cualitativa, debido a que se ha realizado un análisis de las trayectorias de los expertos a partir de sus testimonios. El objetivo ha sido documentar las percepciones que los entrevistados han tenido en retrospectiva sobre momentos particulares de sus trayectorias, como el haber ingresado a la universidad o el haber iniciado estudios de posgrado. Si bien la herramienta de recojo de información que se suele emplear según el enfoque biográfico es la historia de vida, se consideró adecuado emplear entrevistas en profundidad semiestructuradas. Ello debido a que se pretendía entrevistar a la mayoría de los especialistas en nanotecnología, en lugar de centrarse en los relatos de vida de ciertos individuos.

Se contactó vía correo electrónico a veinte especialistas, quienes brindaron sus testimonios de manera desinteresada y sumamente cordial en diferentes sesiones a lo largo de los ocho primeros meses del año 2013. El trabajo de campo se realizó en la ciudad de Lima, y las universidades de las que provienen los entrevistados son: Universidad Nacional de Ingeniería, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Pontificia Universidad Católica del Perú, Universidad de Lima y Universidad Cayetano Heredia. Asimismo, se empleó la estrategia ‘bola de nieve’, para delimitar la muestra de entrevistados. Finalmente, se optó por acudir a las universidades debido a que son mucho más accesibles que los centros de investigación u otras instituciones, además de que es el lugar en donde se han formado los especialistas y han aprendido a hacer ciencia de un modo determinado.

4. LA CIENCIA DE MATERIALES Y LOS PRIMEROS GRUPOS DE EXPERTOS EN NANOTECNOLOGÍA EN EL PERÚ

Antes de la aparición de lo que se conoce actualmente como nanotecnología, las ciencias que se dedicaban a estudiar la materia a escalas reducidas estaban interesadas en comprender y analizar las nuevas propiedades y el comportamiento de la materia en dichas condiciones. Paralelamente, se comenzó a impulsar lo que se

conoce como *ciencia de materiales*, la cual comprende el uso de materiales como metales, polímeros, cerámicas, vidrios y materiales compuestos en aplicaciones demandadas por la industria.

Aquellos científicos que permanecieron en el país en la década de 1980 fueron adquiriendo un cierto adiestramiento en el análisis de estas propiedades de los materiales a esta escala, por lo que el tránsito a la nanotecnología no resultó ser tan extraño, pero sí abrupto, ya que no se contaban con los recursos suficientes para desarrollarla a plenitud. Por otro lado, quienes estudiaron en el extranjero y regresaron al país desde la década de 1990 fueron los que impulsaron desde sus universidades la nanotecnología. Ello fue algo realizado internamente, y no planificado por la universidad, sino por los propios actores, quienes habían adquirido conocimiento y adiestramiento en técnicas particulares. A partir de esas experiencias, se logró conformar los primeros grupos de investigación en la Universidad Nacional de Ingeniería y en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, y luego en la Pontificia Universidad Católica del Perú.

Nosotros somos los pioneros en trabajar en una técnica de síntesis. Para esa época estaba en un proyecto de hacer semiconductores. Normalmente, por ejemplo, un vidrio no transmite corriente eléctrica, pero si tú pones la lámina de un material de un óxido bajo una técnica química, la más sencilla, la más barata, puedes hacer que transmita corriente. Entonces, ahí la primera etapa fue encontrar una forma de sintetizar cosas, y como éramos químicos, hicimos el trabajo con los físicos. Pero en las primeras épocas fuimos los primeros químicos que usamos esa técnica. En la carrera de química de la UNI no existía la síntesis de materiales ni como carrera ni como línea, no existía nada (entrevista a un experto en nanotecnología, 2013).

Yo pienso que el primer trabajo que se hace en nanotecnología es la construcción de un microscopio de efecto tubo [...]. Ese trabajo se realizó acá por un estudiante de física que ya acababa, muy bueno en instrumentación, y que construyó ese instrumento. Acá en el Perú fue el primer instrumento. Estamos hablando de 1989 me parece, 1989, sí. Entonces, yo pienso que ahí es la primera vez que vas a encontrar una tesis donde dice la palabra nanotecnología, antes no. Y a partir de la década de 1990 ya empieza un poco más... ya en 2000, lentamente, lentamente pero sí se ha avanzado. Entonces, ya se comienzan a segmentar las líneas. Por ejemplo, en San Marcos había buenos grupos que hacían magnetismo. Aquí se empezó con películas delgadas y se puede ir derivando a otras cosas, propiedades magnéticas, distintas alrededor de las ciencias de los materiales. Después ha empezado a crecer fuertemente la línea de simulación computacional como apoyo a los trabajos de laboratorio [...] Entonces más o menos, por eso, yo diría que en 1989, 1990 se empieza recién a usar el concepto de nanotecnología (entrevista a un experto en nanotecnología, 2013).

Luego se sumó la Pontificia Universidad Católica del Perú, en el momento en el que se comenzó a pensar en conformar una red de especialistas de nanotecnología, propuesta por los especialistas de Universidad Nacional de Ingeniería:

El caso de la Católica fue curioso, porque hace unos cinco o seis años no había nanotecnología. Me acuerdo de que una de las pioneras fui un poco yo, porque regresé con el patrón de las nanopartículas. Otro profesor también que ahora publica mucho, que es el profesor de mecánica, y luego se sumó el otro profesor. Cada uno poco a poco ha ido aportando. Justamente la vez pasada nos habíamos sentado a conversar sobre si debemos formar nuestro grupo. Estamos por formar el grupo de nanotecnología en la PUCP [...]. Y me acuerdo que también hacia 2005 hubo una convocatoria para crear la red de nanotecnología en el Perú. Hubo gente de otras universidades, me acuerdo de que hubo también gente de Trujillo. De Católica estuve yo, porque en ese momento todavía no habían regresado de hacer el doctorado los profesores que están ahora. Entonces hubo un pequeño intento de recopilar información del estado de la nanotecnología en el Perú. Y era muy poco lo que se hacía, éramos tres, cuatro grupos. Y en el caso de Católica solamente yo, y sin embargo esto ha ido creciendo. Ahora, después de más o menos ocho años, ya no ves un solo grupo, ves más grupos y los grupos que estaban ese momento ya se fortalecieron más como es el caso de la UNI. Después de ese primer encuentro de verdad que ya no tuvimos otro, que fue una pena (entrevista a una experta en nanotecnología, 2013).

Cabe señalar que muchos de los investigadores se iniciaron como jefes de laboratorio, luego se desempeñaron como docentes o asistentes en la universidad y formaron parte de algún grupo de investigación. Asimismo, el desarrollo de aplicaciones tecnológicas de mayores impactos en el país es reciente. Pocos científicos se orientan a esta rama, ya que muchos prefieren mantenerse en la universidad, e incluso dedicarse exclusivamente a la docencia.

Asimismo, los grupos de investigación se han caracterizado por ser sumamente inestables:

Digo que son inestables por la dificultad del financiamiento. Entonces si es que un grupo deja de ser financiado por un tiempo... largo, mediano, no sé cuánto, definitivamente va a desaparecer. No sé cuántos sobrevivan, o hay muchos que sí he visto que subsisten solo con unos o dos estudiantes y... pero a un ritmo tan bajo que... no son verdaderamente grupos de investigación, son grupos incipientes, producen una tesis cada dos años o tres años y no publican. Bueno, yo recién voy a publicar, pero bueno esa es mi opinión. No creo que se destruyan, pero sí que se desestabilizan mucho y pasan períodos de muy baja actividad (entrevista a un experto en nanotecnología, 2013).

Para conformar grupos de investigación, también es necesario de iniciativas personales, además de cumplir con requisitos administrativos.

Los grupos que veo acá se han formado alrededor de un tema y siempre promovidos por alguien que sabe de ese tema, que ha estado interesado en abrir un curso de investigación. Ahora, hay una política también, es una cuestión administrativa como pautas y documentos que tienes que hacer para tener tu grupo de investigación. Tampoco cualquiera puede abrir un grupo de investigación [...] Tienes que tener colaboradores, juntarte con otros profesores (entrevista a un experto en nanotecnología, 2013).

Finalmente, no muchos grupos de investigación llegan a consolidarse, principalmente por falta de apoyo y financiamiento:

No existen grupos de investigación consolidados. Son grupos reconocidos por la universidad que establecen proyectos [...] pero eso no consolida un grupo de investigación. Puede ser que este grupo esté formado por docentes, pero no existe un grupo formado (entrevista a un experto en nanotecnología, 2013).

5. LA ESCALA NANOMÉTRICA Y SUS POSIBILIDADES

La escala de la nanotecnología es un obvio y primer delineador de qué clases de actividades, artefactos, herramientas, conocimientos y estructuras comprenden dicho dominio tecnológico. Las definiciones en función de la escala ofrecen una visión amplia en la que la nanotecnología involucra la miniaturización adicional de las técnicas y procesos existentes (Selin 2007, p. 200, traducción propia).

Algunos especialistas sostienen que estudiar las propiedades de la materia a escala nanométrica es una consecuencia natural del avance científico y tecnológico. Se señala que anteriormente se le prestaba más atención a la composición de la materia que a su tamaño:

Que el tamaño podría tener tanta importancia en las propiedades de la materia. Antes se ha estado más enfocado en la composición de la materia, no tanto en el tamaño, el tamaño era algo secundario. Sin embargo, en esta nueva área mostró que sí también era muy importante el tamaño a esas escalas, que podía cambiar mucho las propiedades de la materia (entrevista a un experto en nanotecnología, 2013).

Lo que llama la atención de los científicos son las propiedades distintas que adquiere la materia a esta escala, que permiten manipularla al nivel de átomos y moléculas.

Veía que tenía un futuro. Definitivamente, era algo completamente nuevo para mí. Lo que había visto hasta ese momento en ingeniería, porque había hecho prácticas en compañías mineras, pues había sido algo rutinario. No había realizado casi investigación, solamente me había dedicado al trabajo rutinario, de supervisión y de análisis. Cuando vi que se podía hacer síntesis, que se podía

llegar a una escala tan pequeña, me llamó muchísimo la atención, y que los materiales al llegar a esa escala cambiaran sus propiedades me llamó mucho más la atención. Entonces dije: «no, a mí me gusta, voy a hacer esto». Por ahí comenzó la curiosidad (entrevista a un experto en nanotecnología, 2013).

Son estas posibilidades de estudiar la materia a una escala distinta lo que llama la atención de los científicos y les aumenta la curiosidad por saber de qué se trata, que técnicas específicas existen y qué procedimientos son necesarios para llegar a dicha escala. Algunos de sus proyectos son:

Yo trabajo polímeros. Trabajo con reciclaje químico de plásticos para aprovechar el material desechado, para recuperar compuestos que pueden ser útiles para hacer otras cosas. Mi otra línea de investigación es la de polímeros naturales, especialmente los polisacáridos. Por ejemplo, estoy estudiando uno que sale del caparazón de los langostinos que se llama quinina. También otros dos que salen de las algas, uno que se llama alginato y otro que se llama carragenina (entrevista a un experto en nanotecnología, 2013).

Ahorita tenemos un proyecto que estamos terminando de nuestra propia investigación, unos nanosensores [...]. La tuberculosis es una enfermedad que acá en el Perú todavía sigue quitando muchas vidas, ¿no? No solo en el Perú, sino en varios países como Haití, Bolivia, creo que somos el tercer o quinto país con índice más alto de tuberculosis, y se hace mucha investigación en Cayetano, San Marcos. Sin embargo, nosotros hemos encontrado una especie de nicho. A partir de ello vamos a empezar a desarrollar estructuras para generar un nuevo método de diagnóstico de la tuberculosis, más rápido, más eficiente, más preciso, que permita dividir los tiempos de tratamientos de muestras, que existen pero que son muy complejos (entrevista a un experto en nanotecnología, 2013).

Si funcionalizo las nanopartículas metálicas de plata u oro, afuera las están aplicando para combatir el cáncer. Si tengo las nanopartículas recubiertas o funcionalizadas con un compuesto orgánico, ya pueden servir para trabajar en este tipo de tratamientos. Tendría que tener más apoyo de biólogos o de médicos para hacer interface, porque necesitas unas proteínas que pueden servir para funcionalizar. Eso es por un lado. Por otro, como te decía, las celdas solares también, yo les veo futuro, son fuente de energía limpia. Entonces, si puedo fabricar una celda más o menos eficiente, óptima, de repente se puede comercializar (entrevista a un experto en nanotecnología, 2013).

Con el caso de las telas impregnadas con las nanopartículas de cobre, lo que se quiere es, cómo te digo, en una sala de operaciones, a pesar de que se tienen los cuidados [...] siempre hay en el ambiente algún tipo de bacterias [...]. Si nosotros disminuimos el riesgo de que estas bacterias estén presentes no solamente en sala de emergencias [...] sino en un hospital, nosotros vamos a disminuir el porcentaje de personas que se infectan. Entonces, si nosotros llegamos a producir a nivel

industrial estas telas, estas nanopartículas eso va tener un impacto favorable a nivel ambiental, a nivel social (entrevista a un experto en nanotecnología, 2013).

La escala nanométrica abre muchas posibilidades. Descubirla es un momento especial para los expertos, en donde la curiosidad científica inicial se ve reforzada, alentada por lo acelerado y lo versátil de las aplicaciones que se pueden desarrollar. Sin embargo, también es fuente de muchos sinsabores, ya que debido a las condiciones del medio peruano resulta complicado desarrollar la mayoría de ellas, lo que en otros países si es posible. Muchos diseños se quedan en prototipos, además de existir problemas con las patentes debido a sus bajos índices y al desinterés generado por los pocos incentivos que existen.

Por otro lado, la escala es un modo en el que el conocimiento científico se construye socialmente, adaptándose a las necesidades cambiantes de lo que Castells denomina *modelo informacional de desarrollo* (Castells, 1995). La escala de la nanotecnología se caracteriza por acotar el estudio de los fenómenos naturales, lo cual hace posible que surjan nuevas propiedades y se integren otros enfoques analíticos. Ello no solo sucede en el nivel de las ciencias básicas, sino también en el nivel de otras ciencias, en las que el horizonte es la convergencia de diversas disciplinas. En las ciencias sociales, por ejemplo, ya no se estudian los grandes procesos del capitalismo, sino más bien sus repercusiones en entornos locales o regionales.

Muchos de los productos que tenemos ahora son el resultado de una reducción de la escala a la cual se estudiaban los fenómenos naturales, y no solamente eso, sino también de la necesidad de encontrar un modo en que, de acuerdo con el espíritu de la globalización, se pueda hacer más en menos tiempo, y ocupando menos espacio, que tiene como un correlato la instrumentalización de las relaciones sociales entre las personas. La nanotecnología es, en ese sentido, la puerta de acceso a nuestra cotidianidad instrumentalizada, en donde la materia es manipulada a voluntad, lo que permite que se pueda hacer, efectivamente, cada vez más con cada vez menos, característico del estilo de vida contemporáneo.

Asimismo, cabe señalar que el desarrollo del conocimiento científico se ve limitado por las posibilidades tecnológicas y materiales que se dispongan. Llegar a esta escala y manipular la materia es producto de la infraestructura tecnológica, mas no necesariamente de los avances del conocimiento científico. No se trata de que la tecnología someta al conocimiento científico a sus posibilidades materiales, sino que a través de ella se pueden diseñar aplicaciones tecnológicas que no serían concebibles si es que antes no se tiene un corpus teórico lo suficientemente sólido. Además de ello, la tecnología, entendiéndola más allá del ámbito técnico, es lo que posibilita que los impactos del conocimiento científico tengan resonancia más allá de lo meramente académico.

Las tecnologías no son simples herramientas que son usadas, o aplicaciones de la ciencia que son descubiertas; por el contrario, son creadas a través de demandas y contrademandas, y construidas en una forma en lugar de otra, que logran estabilizarse en las estructuras sociales y materiales. La tecnología es, en consecuencia, la culminación de una contienda entre los recursos materiales y lingüísticos, en la que los artefactos tecnológicos (incluyendo sus representaciones), tienen un rol que consiste en constituir mutuamente estrategias y alinear intereses y visiones del futuro (Selin, 2007, p. 199, traducción propia).

De este modo, hablar de tecnologías no es hablar de herramientas, sino de los modos en que las aplicaciones o artefactos tecnológicos responden a los procesos de contienda entre lo material y lo social. La nanotecnología, que es conocimiento y tecnología, se caracteriza por anticiparse al futuro, ya que se encuentra permanentemente desarrollando nuevos materiales y haciendo más eficientes los procesos que los involucran.

6. EXPECTATIVAS Y RECONOCIMIENTO

Las expectativas de la nanotecnología se mueven a través de los actores, y se les dan significados a través de interacciones continuas y negociaciones. Los significados conjuntos son creados a partir de visiones y forman una plataforma para la innovación. Como una abstracción temporal, el futuro de la nanotecnología se construye y se gestiona. Es útil investigar por quiénes y bajo qué condiciones emerge la nanotecnología, y con qué consecuencias (Selin, 2007, p. 197, traducción propia).

El debate sobre la nanotecnología y sus consecuencias sociotecnológicas es un debate sobre el futuro de la ciencia. Incluso en los países más desarrollados, las expectativas que generan la tecnología y la ciencia aplicada son en términos de visiones y escenarios del futuro y del rumbo al cual podrían orientarse sus aplicaciones. Es decir, qué alternativas tecnológicas podrían ser empleadas para poder superar las adversidades que se avecinan (por ejemplo, escasez hídrica) o en qué medida se podrían satisfacer ciertas necesidades adquiridas (por ejemplo, telecomunicación). Esto ha sido posible debido a que, en los países desarrollados, la ciencia, como institución, se expandió y luego se fue acoplando a la estructura social y al subsistema cultural-académico que subyace a la actividad científica y que le brinda legitimidad y sentido.

Respecto de la difusión de la ciencia y la nanotecnología:

La nanotecnología es reconocida por el público en general gracias a los reportes periodísticos que dan a conocer, por ejemplo, que existen superficies que ya no se necesitan limpiar porque el material del que están compuestas elimina bacterias. Entonces, a través de esas noticias, se está teniendo una difusión periodística. Pero

también ha habido noticias en donde se crea un poco de desconfianza en el uso de la nanotecnología por la toxicidad, que todavía no se conoce muy bien; eso puede crear un poco de recelo (entrevista a un experto en nanotecnología, 2013).

En el Perú, es más difícil imaginarse algo parecido, ya que para que se generen expectativas es necesario que se genere cierto reconocimiento a la actividad científica y que se comience a pensar a la ciencia como una política pública. La ciencia no se ha institucionalizado del todo, por lo que resulta difícil hablar de escenarios futuros sobre una disciplina como la nanotecnología de reciente aparición, pero con enorme potencial para el desarrollo del país.

Debido a las dificultades y limitaciones para desarrollar investigación científica en el país, existe incertidumbre en lugar de expectativas, además de una preocupación constante. A pesar de que en cierta medida se han conseguido avances importantes, como realizar actividades académicas tales como congresos, convenios entre universidades, fondos para implementar infraestructura en los laboratorios, etc., la incertidumbre está presente en todos los niveles en los que la ciencia lo está, razón por la cual los grupos de investigación científica se disuelven rápidamente y predomina la inestabilidad.

En relación con los avances en infraestructura, en la Universidad Nacional de Ingeniería se está pensando construir un laboratorio de nanomateriales:

Ahora, aquí en la UNI, hay un proyecto grande que valdría la pena comentar. Es establecer un laboratorio en primera línea en nanomateriales, impulsado por colegas de física y nosotros. [...] Si primero fueron simposios y congresos, ahora se materializan porque se entiende que esto es muy importante para la ciencia, y tenemos que formarnos en un laboratorio bien consolidado, porque sin tener buenos equipos no se puede hacer nanotecnología (entrevista a un experto en nanotecnología, 2013).

En consecuencia, las expectativas no están del todo ausentes, sino que más bien están puestas en los actores y no en las organizaciones involucradas, ya que la forma de hacer ciencia en el Perú se ha individualizado. Es decir, si bien existen muchos grupos de investigación, el liderazgo, que es una cualidad individual, es el factor decisivo para que se realice investigación y se consigan fondos. Es relevante, entonces, preguntarse por el devenir del ámbito cultural-académico de la ciencia, ya que mientras que este no se articule adecuadamente al campo científico peruano, el proceso de institucionalización de la ciencia seguirá interrumpiéndose y el reconocimiento del quehacer científico seguirá siendo reducido. Incluso si los actores fortalecen sus redes, no podrán legitimarse y sostenerse en el tiempo.

En la mayoría de entrevistas, la respuesta en relación con el reconocimiento que recibe tanto la ciencia como los científicos ha sido negativa. En el Perú, ni la ciencia

ni los científicos son reconocidos, por lo cual el apoyo que recibe toda actividad relacionada con la investigación es reducida, ya que no se comprenden sus propósitos, ni el tiempo, los recursos o la metodología.

En el Perú, estamos en una situación bastante crítica con respecto en general a la ciencia; ahora, si hablamos de nano, pero si hablamos de ciencia es más general, pero la nano es más particular [...] Te hablo de esta reunión de países que no incluía a Brasil, porque si iba Brasil, ya uno se sentía en el subsuelo, ni siquiera en el piso. Pero sí me parece que falta más presencia, digamos una institución en el gobierno que diga hay que invertir más en la ciencia, hay que ver más por los científicos, hay que mejorar la situación de los científicos en el país. Porque realmente no somos reconocidos (entrevista a un experto en nanotecnología, 2013).

Las ciencias no se valoran en el Perú, las ciencias no se consideran importantes en el Perú, entonces el reto es muy grande. Necesitamos muchas cosas, muchísimas. Necesitamos una mejor educación en ciencias desde las escuelas, en primaria, secundaria, en inicial. Necesitamos que las ciencias se vean en la televisión, necesitamos que se le meta a la gente el hecho de que existe ciencia, de que existimos científicos en el Perú, necesitamos tener visibilidad (entrevista a un experto en nanotecnología, 2013).

Por este motivo, hablar de un campo científico como el que describe Bourdieu no es lo adecuado, ya que la premisa para ello es la contienda cotidiana por las posiciones científicas, que fomenten la competencia entre los actores por el poder científico. Si el reconocimiento es reducido, se debe a que la ciencia no genera posiciones por las cuales es atractivo competir, no constituye un perfil profesional convencional, por lo cual suele ser rechazada por los estudiantes.

Si la ciencia en general es concebida de tal manera, la nanotecnología es aún menos reconocida y valorada, ya que muchos consideran que es una disciplina que no existe en el Perú. Vale precisar que la nanotecnología implica la manipulación la materia a escala nanométrica y no solo operar a esa escala. En ese sentido, algunos especialistas estarían dándole atributos no del todo certeros a su actividad, ya que muchos de ellos solo operan a nivel de nanopartículas, sin llegar a la etapa de la manipulación. Debido a los pocos recursos, no es posible llegar a esta segunda etapa, a pesar de contar con los conocimientos apropiados, ya que muchos especialistas han tenido experiencias similares en el extranjero.

En otros países, las expectativas son muy grandes ya que, por el contrario, sucede que la ciencia se encuentra más institucionalizada. Asimismo, existe más diálogo entre la sociedad, la industria y la academia, por lo que es posible concebir que la investigación desemboque en aplicaciones tecnológicas. Por lo tanto, habría un mayor reconocimiento a la actividad científica, así como una mayor estabilidad institucional que permita que se desarrolle investigación aplicada sin interrupciones.

Vale precisar que este fortalecimiento científico va de la mano con el accionar del Estado. En el Perú las expectativas son reducidas debido que no existe un reconocimiento, pues el entorno dificulta la competencia. Por un lado, es posible que se incremente el uso de tecnología, pero la ciencia, como institución, aún no es comprendida por la sociedad, el Estado o el sector privado. Sin embargo, algunos especialistas son optimistas ante esta situación:

Yo soy optimista por lo mismo que he estado viendo que en el año que terminé, y lo dijimos acá en el brindis de fin de año 2012, que hemos conseguido dos proyectos importantes para este laboratorio y que en 2013 esperamos tener más [...] Y eso va seguir avanzado con los grupos externos, colaboradores externos vamos a seguir [...] y... no olvidar tampoco la política, claro. Por ese lado siempre trabajamos para estar conectados con la decisión de las autoridades para que esto se mantenga y se acepte hacer más como lograr formar una masa crítica de doctores en este laboratorio (entrevista a un experto en nanotecnología, 2013).

7. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Se ha podido constatar que en el caso que se ha estudiado, y probablemente para muchos otros grupos de científicos, la vocación científica referida a las motivaciones es aquello que alienta día a día el trabajo de los especialistas. La satisfacción que se tiene al realizar ciencia no se compara con otro tipo de satisfacciones, ya que es parte de su modo de vivir constantemente indagando en los porqués de los fenómenos naturales. Se trata de una actividad que se hace con pasión y devoción, similarmente al caso de los artistas. Sin embargo, a la larga, puede llegar a ocasionar frustraciones debido a las condiciones sociales adversas del campo científico, que no ofrecen las facilidades para el desarrollo de la ciencia y la tecnología en todos sus niveles. En un contexto de instituciones debilitadas, la vocación científica cobra importancia y es la fuente de seguridades ante la incertidumbre creciente, en donde los científicos son muy vulnerables ante la inestabilidad. Ante ello, la universidad es el espacio social en donde los especialistas buscan cobijo, lo cual les permite seguir realizando sus actividades a pesar de las limitaciones cotidianas, además de contar con un cierto prestigio y estatus más relacionado con la docencia que con la investigación científica aplicada. Asimismo, les brinda seguridades económicas que le permiten tener una vida digna, pero no muy ostentosa comparada con otras profesiones.

A pesar de no haber tenido necesariamente estímulos para dedicarse a la ciencia, los especialistas han mostrado desde temprana edad convicción y confianza en sus habilidades, lo cual les ha permitido avanzar en sus estudios y contar con el apoyo de sus familias. En la medida en que sus intereses son tan variados, sus trayectorias necesariamente tienden a bifurcarse, lo cual trae consecuencias tanto positivas como negativas, ya que si bien es posible alcanzar un grado bastante alto de especialización,

la variedad de temas impide un diálogo frecuente y, en cierto modo, aísla cada vez más a los especialistas. El *ethos* de la ciencia, que hace referencia a los valores institucionales que internaliza el individuo, vuelve individualizado el quehacer científico como consecuencia de la ausencia de canales que permitan respaldar el ímpetu de la vocación científica. Esto se produce de manera sutil, lo que caracteriza la ética científica de la adversidad.

Como producto de este individualismo sutil, los vínculos y las relaciones entre los especialistas se vuelven débiles, con lo cual la inestabilidad de los grupos de investigación aumenta más. Ello trae como consecuencia que cualquier intento por establecer una agenda o algún tipo de acuerdo sea dejado de lado. En el ámbito interno (de cada universidad), se conforman agrupaciones que se disuelven al poco tiempo de establecerse, con lo cual planificar objetivos a largo plazo, o consolidar grupos de investigación se dificulta. En lo que respecta a las facultades de ciencias, los lazos y vínculos entre especialistas suelen ser más fuertes en la medida en que prevalezca una dinámica de profesor-alumno, que la componen dos generaciones de especialistas: los que salieron del país en la década de 1990 o a finales de la década de 1980, y los que lo hicieron en la década de 2000 y que han regresado hace pocos años. Las rivalidades emergen cuando más de una universidad se ve involucrada o participa de un fondo público, en donde la disputa es mayor entre las universidades públicas y las privadas.

Una de las razones para explicar esto es la falta de confianza, o los recelos que se producen entre los especialistas de las distintas universidades, que en muchos casos, no están familiarizados con los trabajos de sus colegas peruanos. Esto es lo contrario a lo que muchos mencionan, ya que, por otro lado, se considera que debido a lo reducida de la comunidad científica peruana, muchos se conocen entre sí. Existen, entonces, dos versiones sobre los lazos de cooperación y colaboración, los cuales son difíciles de identificar, ya que dependen mucho del grado de cercanía y confianza que cada especialista establezca individualmente con otro colega de una universidad distinta. En consecuencia, las afinidades se dan más en la medida de la familiaridad o similitud de los temas a investigar que de las facilidades para entablar lazos cara a cara con otro especialista. Romper esta especie de barrera, que también es un impedimento de comunicación, es tal vez lo más complejo de realizar. Como consecuencia, los vínculos de cooperación y colaboración se construyen poco a poco, lo cual dificulta el trabajo conjunto entre universidades.

Del mismo modo, se encuentra en debate la interdisciplinariedad o la multidisciplinariedad de la nanotecnología en el Perú. Se menciona que se están empezando a realizar intentos por volverla interdisciplinaria y no solamente multidisciplinaria, ya que todavía es complicado que en las carreras de ciencias e ingenierías se logre un trabajo en conjunto, sumando recursos y métodos para producir investigación aplicada.

En ese sentido, también situamos al debate sobre si se hace nanotecnología en el Perú, o solo se opera a esa escala con los nanomateriales, sin llegar a realizar aplicaciones con impactos significativos. Definitivamente, ello depende del grado de cooperación entre distintas disciplinas para poder medir los impactos de la tecnología en la sociedad, así como dar cuenta de sus repercusiones sobre la salud o el medio ambiente.

Los impedimentos de carácter estructural están determinados por las condiciones sociales del campo científico, que dificultan la investigación científica. Retomando a Cueto (2005), tenemos:

- Ausencia de reconocimiento y legitimidad de la actividad científica.
- Inestabilidad laboral.
- Compromisos institucionales y administrativos.

La nanotecnología se caracteriza por incrementar las expectativas sobre escenarios futuros. Sin embargo, como ya se ha mencionado, en el Perú es muy difícil de imaginar que suceda algo así, ya que en lugar de expectativas prevalece la incertidumbre. Tomando en cuenta el enfoque de las comunidades epistémicas, es la intervención en el ámbito público lo que evidencia las trabas e impedimentos estructurales. En ese sentido, a pesar de que la intervención y la participación en la gestión del conocimiento y la tecnología sean aún restringidas, ello da cuenta de la distancia que existe entre los especialistas y los tomadores de decisiones, así como las autoridades y, en general, todo lo que tenga que ver con lo político. Es por este motivo que asumir cargos dentro de la administración estatal no es la prioridad, ni tampoco incentiva a los especialistas.

Como menciona Drori (1993), la relación entre ciencia, tecnología y desarrollo económico en los países menos desarrollados es débil. En nuestro caso, el desarrollo macroeconómico que se ha dado en los últimos años no responde a una mejora de las condiciones para realizar ciencia, ni tampoco para fomentar el desarrollo de aplicaciones tecnológicas. Esto se debe, entre otras cosas, a la débil relación entre la investigación científica y la universidad, además del distanciamiento del Estado y la sociedad para comprender las implicancias de esta clase de conocimiento especializado. En el Perú, recién se está empezando a reconocer el rol de la investigación, como una fuente de estatus distinta de la del docente, que ha sido la que más ha caracterizado al campo científico peruano. Es por ello que realizar investigación resulta ser aun una actividad *ad honorem*, que demanda una cantidad de tiempo adicional de los especialistas, ya que no se encuentran en la mayoría de casos satisfechos con la prioridad que se le da. Si incluimos al sector privado, tenemos que se encuentra todavía distanciado de la academia, con lo que invertir en ciencia y tecnología no sería percibido como rentable. En muchos de los casos constituirá un riesgo, además de no contar con los medios o el respaldo adecuado del Estado.

Pensar la ciencia como una institución, y reinsertarla al proceso de racionalización occidental, es un debate que aún no se ha iniciado. Asimismo, el debate sobre la creación del Ministerio de Ciencia y Tecnología es solo el primer paso para comenzar a pensar a la ciencia fuera de lo académico y vincularla con los procesos de desarrollo económico, social y medioambiental del país. Y tal vez este sea el motivo por el cual estos temas han sido tan poco tratados por las ciencias sociales en el país y en la región. Inclusive en el ámbito universitario la prioridad era la intervención política para así superar los problemas sociales, culturales, económicos y políticos que han caracterizado a muchos países de Latinoamérica. En el Perú, luego de la década de 1960, el debate se esfumó, en parte debido a lo que empezaba a suceder en el país, con el gobierno militar, la guerra interna y la crisis política. Últimamente se ha empezado a retomar a manera de inquietud e incluso curiosidad, para generar valor agregado a la producción, en la medida en que eso responde al crecimiento económico. Sin embargo, los expertos permanecen invisibilizados, sin que sus inquietudes y preocupaciones sean expresadas.

8. REFLEXIONES FINALES

El concepto de ética científica parte de la propuesta de Merton (1996), ya que se basa en imperativos institucionales y hábitos de carácter normativo que son internalizados. Es decir, es una pauta que establece las características particulares de la conducta de los científicos en países desarrollados y usualmente en democracias consolidadas, en donde las instituciones son fuertes. Los principios de universalismo, comunalismo, el desinterés o desprendimiento y el escepticismo organizado que caracterizan el *ethos* de la ciencia están pensados en ese sentido, lo cual no deja de tener importancia para este análisis. Por ejemplo, en el caso del principio de comunalismo, que implica colaboración, comunicación y retroalimentación, se manifiesta de manera distinta, ya que lo más probable es que se cumpla al interior de las facultades de ciencias, mas no entre ellas o entre universidades debido a los celos y el hermetismo del medio. De esta manera es preciso tener en consideración otros elementos que puedan caracterizar lo que denominaremos como *ética de la adversidad*, que proviene del concepto de ciencia de la adversidad propuesto por Cueto (2005).

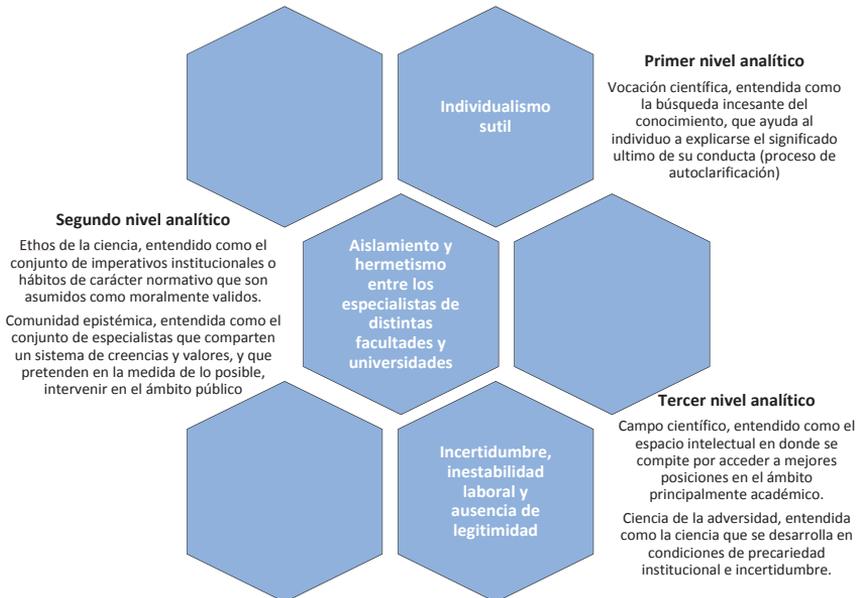
En la medida en que no existen canales institucionalizados para siquiera pensar en un rumbo, carrera o trayectoria de los científicos en el Perú, lo que permanece es una ética de investigación que ha transformado lo que Weber (1972) y Merton (1996) afirmaban sobre los factores culturales de la ciencia. Más que en sus componentes, lo ha hecho en sus consecuencias, ya que ha individualizado el quehacer científico al punto de que la especialización, que es una característica del progreso científico, ha

terminado aislando cada vez más a los investigadores, e incluso vinculándolos con sus pares de otros países más que con los de otras universidades peruanas.

Lo importante de ambos autores es que nos permiten comprender mejor qué podemos entender por ética científica y por vocación científica, al menos desde la perspectiva de países en donde se comenzaron a iniciar los cambios de paradigmas científicos que culminaron por institucionalizar la ciencia. Nos proponen indagar en las trayectorias en aquellos momentos en donde la vocación o la ética orientan el rumbo de los investigadores, además de otros factores de carácter político y económico. Ello sumado a lo reducida que ya es de por sí la comunidad científica, el déficit de infraestructura y financiamiento, además de la ausencia de una agenda de investigación, genera limitaciones a lo que cada investigador pueda realizar y esperar.

Este *ethos* de la adversidad caracteriza a los grupos de investigación en diferentes ramas de la ciencia, ya que aparece debido a las restricciones que el campo científico impone. El papel de los expertos no es relevante, en la medida en que no se establecen consensos y se dan condiciones para una fragmentación de intereses. Esto va más allá de que el sistema sociopolítico del Perú no sea compatible con el *ethos* de la ciencia. Lo preocupante es que aquellos que han demostrado vocación por la ciencia han estado al margen de la toma de decisiones y han sido postergados a pesar (o tal vez por eso mismo) de tener un conocimiento especializado. En estas circunstancias, la ética científica es la respuesta ante la ausencia del Estado y del sector privado en estos temas.

Grafico 1. Ética científica de la adversidad



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Castells, M. (1995). *La ciudad informacional*. Madrid: Alianza Editorial.
- Cueto, M. (1989). *Excelencia científica en la periferia. Actividades científicas e investigación biomédica en el Perú 1890-1950*. Lima: Grade, Concytec.
- Cueto, M. (2005). La ciencia de la adversidad: un esbozo de la historia de la ciencia en el Perú. *Unodiverso. Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 1, 22-39. Lima: Concytec.
- Díaz, J. y Kuramoto, J. (2011). *Políticas de ciencia, tecnología e innovación*. Economía y Sociedad, 77. Lima: CIES.
- Drori, G. (1993). The Relationship between Science, Technology and the Economy in Lesser Developed Countries. *Social Studies of Science*, 23(1), 201-215.
- Foladori, G. (2008). *Las nanotecnologías en América Latina*. México D.F: RELANS.
- Marticorena, B. (2004). Ciencia, tecnología e investigación en Perú. En *Temas de Iberoamérica: Globalización, ciencia y tecnología*. Volumen II (pp. 199-206). Disponible en <http://www.oei.es/salactsi/marticorena.pdf>
- Marticorena, B. (2007). *Ciencia, tecnología y sociedad en el Perú. Memoria de un compromiso (El CONCYTEC del 2001 al 2006)*. OEI. Disponible en <http://www.oei.es/salactsi/memoriaconcytec20012006.pdf>
- Merton, R. (1996). *On Social Structure and Science*. Chicago: University of Chicago Press.
- Montoya, M. (2011). *Políticas para impulsar la ciencia, la tecnología y la innovación tecnológica en el Perú*. Lima: Fondo Editorial de la UNMSM.
- Sagasti, F. (1978). *Ciencia y tecnología para el desarrollo: Informe comparativo central del proyecto sobre instrumentos de política científica y tecnológica*. Ottawa: IDRC.
- Selin, C. (2007). Expectations and the Emergence of Nanotechnology. *Science, Technology, & Human Values*, 32(2), 196-220.
- Weber, M. (1972). *Ensayos de sociología contemporánea*. Barcelona: Ediciones Martínez Roca.

Fuentes de información oficial

- Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericana e Interamericana - RICYT: <http://www.ricyt.org/>
- Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica - CONCYTEC: <http://portal.concytec.gob.pe/>

Recibido: 14 de agosto, 2014

Aceptado: 22 de diciembre, 2014