

Resumen ejecutivo

Las tecnologías convergentes se refieren a la combinación sinérgica (en dúos, tríos o cuartetos) de varias tecnologías transformativas: (a) nanociencia y nanotecnología; (b) biotecnología y biomedicina, incluyendo la ingeniería genética; (c) tecnología de la información, incluyendo comunicación y computación avanzada y (d) ciencias cognitivas, incluyendo la neurociencia cognitiva. El rápido desarrollo de estas tecnologías y su impacto hace que las políticas públicas y los sistemas de gobernabilidad de los países en desarrollo enfrenten nuevos y difíciles desafíos para poder generar y utilizar este nuevo conocimiento e introducirlo o adaptarlo en las metas sociales o económicas.

En los países en desarrollo se evidencia también que juegan un papel cada vez más importante en la discusión y definición de políticas y naturalmente en la construcción de una conciencia pública sobre el impacto de la tecnología, además de las comunidades científicas y decisores de política pública, actores directamente interesados y ciudadanos, así como diferentes organizaciones. Muchos de estos actores, sin embargo, no conciben claramente los impactos de un nuevo conocimiento, y como consecuencia, decisiones de política pública están siendo tomadas en base a información incompleta, fragmentada y pobre, o por la influyente presencia de instituciones inadecuadamente preparadas para comprender y enfrentar los desafíos que imponen las tecnologías transformativas y convergentes.

El proyecto “Tecnologías convergentes: ¿qué se está haciendo y qué debería hacerse sobre ellas en los países andinos?” constituyó un esfuerzo realizado con el fin de contribuir a una mejor comprensión de la forma en que los países andinos pueden enfrentar opciones de aprendizaje y de política alrededor del mejor conocimiento del estado actual de situación, el debate y diálogo existente sobre tecnologías transformativas y convergentes, y en particular sobre la nanotecnología. El Proyecto ha puesto énfasis en ésta última, ya que la convergencia se basa fundamentalmente la unidad material en la nanoescala y en la integración tecnológica a partir de ella.

El desarrollo de la nanotecnología no es homogéneo en los países andinos. En Bolivia no existe ninguna actividad de investigación, excepto su mención en algunos cursos de nivel universitario. En Ecuador existen iniciativas de investigadores que están ejecutando estudios teóricos y actividades en el área de la caracterización de nanomateriales por medios químicos, existiendo también iniciativas de utilización de la nanotecnología en el área de alimentos.

En Colombia la investigación en nanotecnología fue iniciada desde 1973 por grupos de tradición en las ciencias básicas. En 2007 existen 34 grupos inscritos en el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología que realizan proyectos de investigación asociados a la nanotecnología y tecnologías convergentes. Los más frecuentes son los enfocados en la física de los materiales, en estudios básicos en química y en ingeniería aplicada. En estos campos existe una creciente productividad científica, ejemplificada por el número de artículos publicados en revistas indexadas (aproximadamente 26 por año hasta 2006). La investigación y las aplicaciones de la nanotecnología en Colombia están reconocidas como prioritarias en los planes nacionales de investigación e innovación.

En Perú las actividades vinculadas a la investigación y difusión de la nanotecnología son todavía reducidas, aunque se han incrementado considerablemente, a pesar de no estar incorporadas dentro de una iniciativa específica de gobierno, como en otros países. Las primeras investigaciones en nanotecnología se iniciaron en las principales universidades en la década del 90, las que actualmente han incrementado notoriamente sus actividades de investigación en este tema, ajustando presupuestos y adaptando equipamiento de sus líneas de investigación tradicionales. Se han identificado a 17 investigadores activos en este campo, y el número de publicaciones refleja esta escasez; sin embargo, es previsible que una nueva oferta de financiamiento y los signos de apoyo institucional produzcan un incremento en estos indicadores. Desde el punto organizativo, el Perú ha conformado un Comité Asesor sobre Nanotecnología, compuesto por tres universidades y el Instituto Peruano de Energía Nuclear.

La actividad de investigación en nanoescala en Venezuela comienza a evidenciarse en el año 1990 con las primeras publicaciones científicas. Esta actividad ha mostrado un crecimiento lento pero sostenido, fundamentalmente en la última década, para completar hasta la fecha un total de 164 artículos. Se han identificado 162 profesionales que

desarrollan investigaciones en el ámbito de nanoescala en Venezuela; de estos, 60 han declarado expresamente su pertenencia a esta área de conocimiento.

En Venezuela existen diferentes proyectos de investigación, pero no se visualizan programas articulados, más allá de la participación de investigadores individuales en redes o programas en otros países de la región y fuera de ella. En contraposición, la colaboración entre los distintos grupos institucionales nacionales es prácticamente inexistente. En 1992, a través del Programa “Nuevas tecnologías”, financiado por el Gobierno y el BID, se otorgaron 264 becas-crédito destinadas a la formación de capacidades científico-técnicas a nivel doctoral en las áreas de biotecnología, química fina, nuevos materiales, electrónica e informática y sus disciplinas básicas y asociadas.

La divulgación de las tecnologías transformativas y convergentes, y en particular la nanotecnología, en los países andinos es también poco homogénea; el grado de conocimiento, inclusive en el ámbito académico, es relativamente limitado en los tres países andinos más pequeños, situación que seguramente se replica en otros países de similar estado de desarrollo. A pesar de que la divulgación es limitada y no se evidencian diálogos públicos, se perciben opiniones de que la generación y aplicación de la nanotecnología pueden generar un impacto positivo sobre el crecimiento económico.

En cuanto a la divulgación y los diálogos, es importante resaltar que las comunidades científicas andinas no están produciendo evaluaciones con detenimiento e independientes, de tal manera que un público informado pueda apoyar la definición de políticas y aprobaciones regulatorias para el desarrollo y uso de bienes cuya producción esté basada en las tecnologías convergentes. Por lo general, la comunidad científica andina, sobre todo en los países pequeños, espera de manera pasiva ser invitada a las consultas y diálogos, y raras veces los estimula.

Por otro lado, se verifica también que, en la práctica, aunque todavía de manera limitada, las comunidades indígenas se van integrando al uso de tecnologías transformativas (*e.g.* TIC's) y dando los primeros pasos para la definición de políticas para su mejor desarrollo en favor de sus comunidades locales.

Estos países tienen además culturas y saberes que contienen concepciones acerca del medio ambiente y su cuidado, el tratamiento de la salud humana y otros. La recu-

peración de estos saberes constituye un paso importante en la preservación y desarrollo de un pensamiento propio que influya sobre la toma de decisiones. Para el fortalecimiento de estos “saberes” y su integración a los conocimientos científicos modernos (por ejemplo, tecnologías transformativas y convergentes), la política de investigación e innovación debe contemplar sus potencialidades y ser inherente a la creatividad, la sabiduría y las necesidades de las comunidades, normalmente pobres. Es en este marco que se puede hoy hablar de la existencia de un efectivo “*desafío de la convergencia*” para los países andinos y países en desarrollo en general.

Una cuestión de la mayor importancia es la relativa a los riesgos de la nanotecnología. Un examen de la situación permite señalar que se evidencia en los países andinos una percepción difusa de los riesgos que conllevan la investigación y la utilización de la nanotecnología, y existe en consecuencia una gran dispersión de recomendaciones para construir competencias que permitan enfrentarlos. En algunos casos, como el venezolano, la comunidad científica no concibe los riesgos como una dimensión inherente de la actividad de investigación que realiza, o cuando sí lo hace, identifica la problemática como de orden ético, y por lo tanto a ser asumido por los organismos correspondientes.

Por lo general, la capacidad de evaluación de riesgos de la nanotecnología es precaria. Algunas organizaciones han señalado la necesidad de aplicar el principio precautorio a la nanotecnología, siendo entonces importante encontrar el equilibrio entre este principio aplicado por la evaluación sistémica de los riesgos de largo plazo y una aproximación ética de verdaderos beneficios a corto plazo.

Si los países andinos han de aplicar el principio precautorio, deben considerar que éste requiere que los gobiernos tengan a su disposición recursos humanos y una infraestructura eficiente de investigación y servicios de laboratorios, para lo cual se debe decidir la construcción de capacidades para su implementación. Cuando los ciudadanos y actores del desarrollo sientan que los gobiernos tienen tales capacidades, tendrán una mayor confianza en la información que reciben sobre las oportunidades, potencialidades y riesgos de la nanotecnología.

Con referencia a esta última cuestión, uno de los resultados más importantes del Proyecto ha sido la definición de una estrategia de difusión que vaya más allá del tiem-

po de duración del mismo y que tenga un sentido pedagógico y de cambio social, la misma que debería ser aplicada inicialmente a la comunicación del riesgo y por esta vía a la mejora de la gobernabilidad del mismo.

Hay varias estrategias generales para la gobernabilidad del riesgo tecnológico que debieran ser respetadas en el caso de la nanotecnología. Incluyen el desarrollo de un marco de gobernabilidad del riesgo globalmente enfocado e inclusivo, que aborde tanto las aplicaciones de corto como de largo plazo, la adopción de estrategias que aseguren los intereses de todas las partes potencialmente afectadas, entendidas y respetadas por los decisores y la asimilación de las estrategias adoptadas con otros sistemas globales de gobernabilidad. Más específicamente, la adopción de una estrategia para la gobernabilidad del riesgo en nanotecnología requiere que los decisores distingan entre los diferentes marcos que suponen su rápida evolución y maduración, diseñando programas de manejo del riesgo y de comunicación que prometan estrategias adecuadas y efectivas para cada marco.

En los países andinos se verifica que existe un importante potencial a ser explorado en el desarrollo de la nanotecnología y de las tecnologías convergentes que beneficie a sus sociedades en todos sus niveles económicos. Si los países andinos han de tomar ventaja de estas potencialidades, mediante la generación de conocimiento propio y la adquisición del generado fuera, es necesario que existan políticas que guíen o promuevan la creación de capacidades para su dominio.

Para optimizar sus esfuerzos de mejorar la gobernabilidad y la definición de políticas para enfrentar el “desafío de la convergencia”, es necesario que los gobiernos, la academia y el sector productivo cuenten con una organización que pueda monitorear sus avances y al mismo tiempo divulgarlos a un público menos especializado. Este último es el propósito principal de la Estrategia de Comunicación e Información, definida en el Proyecto. En materia de políticas, se debe considerar también la importante presencia de la Comunidad Andina de Naciones. Por ejemplo, un sistema de regulación armonizado, que es esencial para la nanotecnología, podría ser adoptado como un esquema comunitario.