Introducción

La acelerada difusión de las tecnologías transformativas (nano-bio-info-cogno, NBIC) y su convergencia tiene y tendrá cada vez más un impacto profundo sobre el desarrollo. Frente a esta situación, las políticas públicas y los sistemas de gobernabilidad en los países en desarrollo enfrentan dificultades para mantenerse al ritmo del nuevo conocimiento que se va generando, para introducirlo o adaptarlo a sus propias necesidades y metas sociales, como la reducción de la pobreza o el alcance de determinadas metas económicas (por ejemplo, la introducción de mejoras de la competitividad o de desarrollo sostenible).

Por lo general, la mayoría de los países en desarrollo, independientemente de su tamaño, enfrentan muchas desventajas para poder construir y fortalecer capacidades en ciencia y tecnología, aprendizaje e innovación. Existen corrientes de pensamiento que señalan que la brecha de conocimiento es consecuencia de la inequidad social y que ésta afecta directamente a un acceso global inclusivo y democrático, y que sin un efectivo diálogo democrático que permita la creación de condiciones apropiadas para invertir en investigación e innovación, los países en desarrollo continuarán limitados en su capacidad de utilizar el conocimiento a favor de sus sociedades. Otras posturas más bien sostienen que la presencia e introducción de la tecnología traen en sí o derivan de ellas las oportunidades para su aprovechamiento.

Por otro lado, se evidencia que, además de las comunidades científicas y decisores de política pública, varias organizaciones directamente interesadas en el tema (*stakeholders*), tales como organismos no gubernamentales, gremios de la producción, sociedades profesionales y organizaciones civiles ciudadanas, así como ciudadanos comunes, están jugando un papel cada vez más importante en la discusión y definición de políticas y naturalmente construyendo una conciencia pública sobre el impacto de la tecnología. A ello contribuyen organismos y alianzas internacionales.

Se evidencia también que muchos de estos actores no conciben claramente los impactos del nuevo conocimiento, y, en consecuencia, decisiones de política pública están siendo tomadas en los planos nacionales o locales con base en una información incompleta y fragmentada. En ocasiones existe una influyente presencia de instituciones inadecuadamente preparadas para comprender y enfrentar los nuevos desafíos que imponen las tecnologías transformativas y su convergencia a sus estructuras sociales y económicas. Este contexto permite señalar que existe hoy un efectivo “desafío de la convergencia” para los países en desarrollo (Aguirre, 2007).

Los instrumentos de comunicación pública y mecanismos de consulta no siempre están bien diseñados, y casi no se presta atención sobre cómo los medios de comunicación, en todas sus formas, están definiendo la forma en la cual se deben conducir los debates en torno a la tecnología, en particular las tecnologías transformativas. Más allá de los debates y diálogos, muchos actores públicos y privados están intentando influir sobre decisiones de inversión de una manera u otra, con poca intervención de los Estados.

Los estudios sobre los impactos de los procesos de innovación tecnológica sobre cuestiones de gobernabilidad son ocasionalmente ejecutados en el contexto de los países en desarrollo, y, por tanto, importantes preguntas (como ¿cuáles son las lecciones aprendidas?, ¿qué constituye una buena o mala práctica?) no tienen respuestas. Adicionalmente, los indicadores existentes son aún limitados y apenas proveen una idea de la situación; peor aun, no existe manera de comparar situaciones entre países o facilitar un diálogo y debate constructivo entre las comunidades académicas y los decisores de política, los actores del desarrollo y el ciudadano común.

En el marco anterior, es muy importante conocer las dimensiones sociales y de aprendizaje del desarrollo tecnológico, en particular de las tecnologías transformativas. De esta manera, es importante realizar una evaluación “profundamente democrática” de la situación que no considere “rabiosos” argumentos en favor de una tecnología determinada o argumentos en contra basados en estudios sin fundamento.

En este contexto, en enero de 2004, el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID-IDRC), de Canadá, a través de su programa *Research on Knowledge Systems, RoKS*, y asociado con la Fundación Rockefeller, convocó a un concurso

internacional de proyectos de investigación en la temática “Comprendiendo las dimensiones sociales y de política pública de las tecnologías transformativas”.

En su convocatoria, el programa definió una serie de preguntas relacionadas con áreas que era necesario investigar en los países en desarrollo, de tal manera que las respuestas encontradas pudieran asistir en el establecimiento de redes de conocimiento que coadyuven a una mejor comprensión sobre la forma en la cual los países en desarrollo pueden enfrentar opciones de aprendizaje y de política alrededor del debate y diálogo sobre las tecnologías transformativas. El conjunto de interrogantes formulados fue el siguiente:

- ¿Qué procesos o innovaciones sociales están siendo utilizados para deliberar y consultar sobre la futura selección de políticas en estas áreas?
- ¿Cómo pueden los procesos de política de innovación tecnológica ser más inclusivos y dar respuestas a los pobres? ¿Cómo se puede “democratizar” la nueva tecnología?
- ¿Cómo influye la dinámica de la definición de políticas en diferentes contextos locales y nacionales y cuáles son las implicaciones para las poblaciones rurales y pobres?
- Mediante estudios de casos, ¿cuáles son las lecciones derivadas de la participación de actores en la gobernabilidad de tecnologías pasadas (innovación, adopción, adaptación, y/o negociación)?
- ¿Cómo pueden integrarse en estos debates las cuestiones relativas al conocimiento indígena-tradicional?
- ¿Cómo puede ser más efectiva la participación de la mujer como decisora de la política relacionada con estas tecnologías?
- ¿Cómo pueden los diferentes actores en el sistema de investigación estar más vinculados y ser más responsables en el discurso de políticas públicas sobre cómo los avances tecnológicos impactan en la sociedad?
- ¿Cuáles son los casos, buenos o malos, de aprendizaje Sur-Sur o Norte-Sur sobre los impactos de las nuevas tecnologías?

El concurso promovido por el Programa RoKS/IDRC definió el 26 de marzo de 2004 como la fecha para la presentación de propuestas preliminares. Tomando como base institucional a la Universidad Católica Boliviana “San Pablo” (UCB), el Profesor Carlos Aguirre B. organizó un equipo de investigación y presentó una propuesta de investigación denominada “Tecnologías convergentes: ¿qué se está haciendo y qué debería

hacerse sobre ellas en los países andinos?". En junio de 2004, el Programa RoKS/IDRC, luego de la evaluación correspondiente, invitó a 140 de los investigadores proponentes a preparar una propuesta final, una de las cuales fue la presentada por la UCB.

Luego de una rigurosa evaluación hecha por pares científicos en diferentes países del mundo y dentro de las propias organizaciones promotoras del concurso, el 12 de septiembre de 2004, el Programa RoKS/IDRC comunicó que, de las 140 propuestas presentadas, se había seleccionado a nueve (3 en América Latina, 3 en África y 3 en Asia), y las mismas que recibirían una subvención de investigación. Una de las propuestas seleccionadas fue la presentada por la UCB.

El proyecto "Tecnologías convergentes: ¿qué se está haciendo y qué debería hacerse sobre ellas en los países andinos? intentó dar respuesta a algunas de las interrogantes planteadas en el concurso; más específicamente, pretendió responder a la siguiente pregunta:

¿Cuál es el nivel de conocimiento, comprensión y desarrollo de las tecnologías transformativas y su convergencia en los países andinos, y qué están haciendo las comunidades científicas de estos países para transmitir las oportunidades que implica e informar sobre sus impactos sociales, económicos, culturales, ambientales y de gobernabilidad, así como las consideraciones éticas inherentes a su uso, de una manera transparente y comprensible a ciudadanos y actores del desarrollo?

Los objetivos específicos del proyecto fueron:

- a) Identificar el nivel de producción de evaluaciones comprensivas e independientes por parte de las comunidades científicas, de tal manera que un público informado pueda apoyar la definición de políticas y aprobaciones regulatorias para el desarrollo y uso de productos provenientes de NBIC.
- b) Identificar la percepción de grupos no científicos sobre las oportunidades e impactos de NBIC y proponer formas innovadoras y basadas en estudios científicos para mejorar tal percepción, con el fin de definir no solamente políticas más inclusivas,

1 Es conveniente separar a los ciudadanos de los actores (*stakeholders*), puesto que estos últimos tienen un interés directo en el desarrollo de la tecnología, mientras que los primeros son apenas observadores del mismo, aunque naturalmente tienen su propia opinión y reciben también sus impactos.

sino también procurar que la política responda mejor a las demandas sociales, particularmente de los grupos más pobres.

- c) Evaluar el grado, profundidad y calidad de las discusiones y diálogos existentes sobre NBIC y determinar si éstos están contribuyendo a la adopción de agendas de política realista.
- d) Evaluar y comprender el ambiente general de las políticas dirigidas a la ciencia, tecnología e innovación (CTI), considerando las diferencias culturales y de ingreso en los países y entre éstos, así como las implicaciones en su definición.
- e) Estudiar la clase, calidad y relevancia de las políticas que están siendo definidas y adoptadas por los países andinos, de manera conjunta o individual, y que se hallan orientadas a promover (o regular) el desarrollo, la importación, adaptación, difusión y uso de NBIC, y en particular las políticas que crean un ambiente favorable a su desarrollo y apropiación, afectando a la habilidad de acumular conocimiento, adaptar al cambio e innovar, así como las políticas dirigidas a su difusión.
- f) Estudiar las complementariedades existentes entre las políticas dirigidas al desarrollo de los recursos naturales (incluyendo consideraciones de “tecnologías tradicionales”) y las políticas orientadas al desarrollo de NBIC.
- g) Evaluar el grado de profundidad con que los países andinos han ejecutado investigaciones y monitoreo de NBIC, analizando las oportunidades y costos de futuros desarrollos, frente a necesidades sociales y económicas de corto plazo.
- h) Evaluar los desafíos institucionales y de gobernabilidad impuestos por NBIC.
- i) Evaluar las oportunidades que ofrece el proceso de integración andino para trabajar en red, promover la creación de alianzas estratégicas y programas interuniversitarios y otras formas de cooperación entre científicos y no científicos e iniciar la operación de una red de expertos y no expertos en NBIC.

Las actividades del Proyecto comprendieron la preparación de un conjunto de cinco estudios nacionales, la definición de una estrategia de comunicación y difusión, un estudio sobre políticas de CTI, la ejecución de encuestas y consultas, el diseño-lanzamiento de una página Web, y presentaciones a diferentes audiencias, especializadas y no especializadas.

El Proyecto constituyó un esfuerzo en el propósito de contribuir a una mejor comprensión sobre cómo los países andinos pueden enfrentar opciones de aprendizaje y de política alrededor del debate y diálogo sobre las tecnologías transformativas y

convergentes. Fue ejecutado entre 2005 y 2007, bajo la coordinación del Instituto de Investigaciones Socio-Económicas (IISEC) de la UCB, y contó con la participación de un selecto grupo de expertos andinos.

El presente informe, de carácter integrador de los estudios nacionales, está dividido en tres partes principales. La Parte A está dedicada a incorporar las definiciones y principales conceptos, así como a describir el estado de situación y las perspectivas de las tecnologías convergentes, y en particular la nanotecnología, en el plano mundial. La Parte B está dedicada a resaltar los principales resultados de la investigación obtenidos en el Proyecto, y la Parte C constituye una propuesta de comunicación e información, que inicialmente se centraría en la cuestión de los riesgos de la nanotecnología, y cuya ejecución permitiría dar continuidad y aplicación a los resultados obtenidos en el Proyecto.

En la Parte A, el primer capítulo del Informe provee un panorama general sobre el desarrollo de las tecnologías convergentes; el segundo constituye una visión sobre la nanociencia y la nanotecnología, con énfasis en las potencialidades y oportunidades de aplicación en los países en desarrollo; el punto tres presenta una breve discusión sobre la gobernabilidad y la comunicación del riesgo en nanotecnología.

En la Parte B, el cuarto capítulo describe muy brevemente a los países andinos y el proceso de integración subregional. El punto cinco discute las políticas de ciencia, tecnología e innovación adoptadas por estos países, con particular énfasis en la identificación de objetivos y metas de desarrollo de la nanotecnología. Dicho resumen está precedido por una discusión sobre políticas y planes de CTI en la región latinoamericana, resultante de una actividad ejecutada dentro el Proyecto a ese fin específico.

El punto seis relata de manera resumida el estado de situación de las tecnologías transformativas, excepto la nanotecnología. A los efectos del Proyecto, particular importancia tiene en este punto la descripción, a manera de ejemplo, de los diálogos sostenidos entre agentes gubernamentales y la sociedad civil en Bolivia, en el caso de la biotecnología y de las tecnologías de la información y comunicación (TIC's). El capítulo siete relata el estado de situación actual de la nanotecnología en los países andinos, principalmente Colombia, Perú y Venezuela², países donde estas tecnologías se

2 En el Informe, el nombre de Venezuela será utilizado para representar a la República Bolivariana de Venezuela

encuentran más desarrolladas en el ámbito subregional. Esta relación es precedida por un breve recuento de las principales actividades que sobre la nanotecnología se ejecutan en la región latinoamericana.

En la Parte C, el capítulo ocho describe la situación de la comunicación y divulgación de las ciencias, y en particular de los resultados de la investigación de la nanotecnología en los países andinos. El punto nueve presenta la propuesta de estrategia de comunicación e información, y propone una primera aplicación en la comunicación del riesgo en nanotecnología. El Informe cierra con un conjunto de conclusiones y recomendaciones surgidas de los estudios nacionales y de la reunión de evaluación del Proyecto, celebrada en Lima, Perú, entre el 7 y 8 de mayo de 2007. Los Anexos 2, 3 y 4 contienen las listas de investigadores colombianos, peruanos y venezolanos en nanotecnología y algunos de sus proyectos. Las listas de Bolivia y Ecuador están aún por ser definidas y serán colocadas posteriormente en el sitio Web del Proyecto³.

Los estudios ejecutados en el plano nacional en cada país reflejan la heterogeneidad de la situación de desarrollo de las tecnologías transformativas y convergentes en los países andinos y de su comunicación y divulgación, y por ello el presente Informe no hace un análisis comparativo, a menos que ello sea posible en algunos casos, sino más bien describe las situaciones individuales. En algunos casos, la situación en un país puede extrapolarse a otros y podrá, en ese caso, reflejar una situación regional.

3 www.iisec.ucb.edu.bo/tecnología